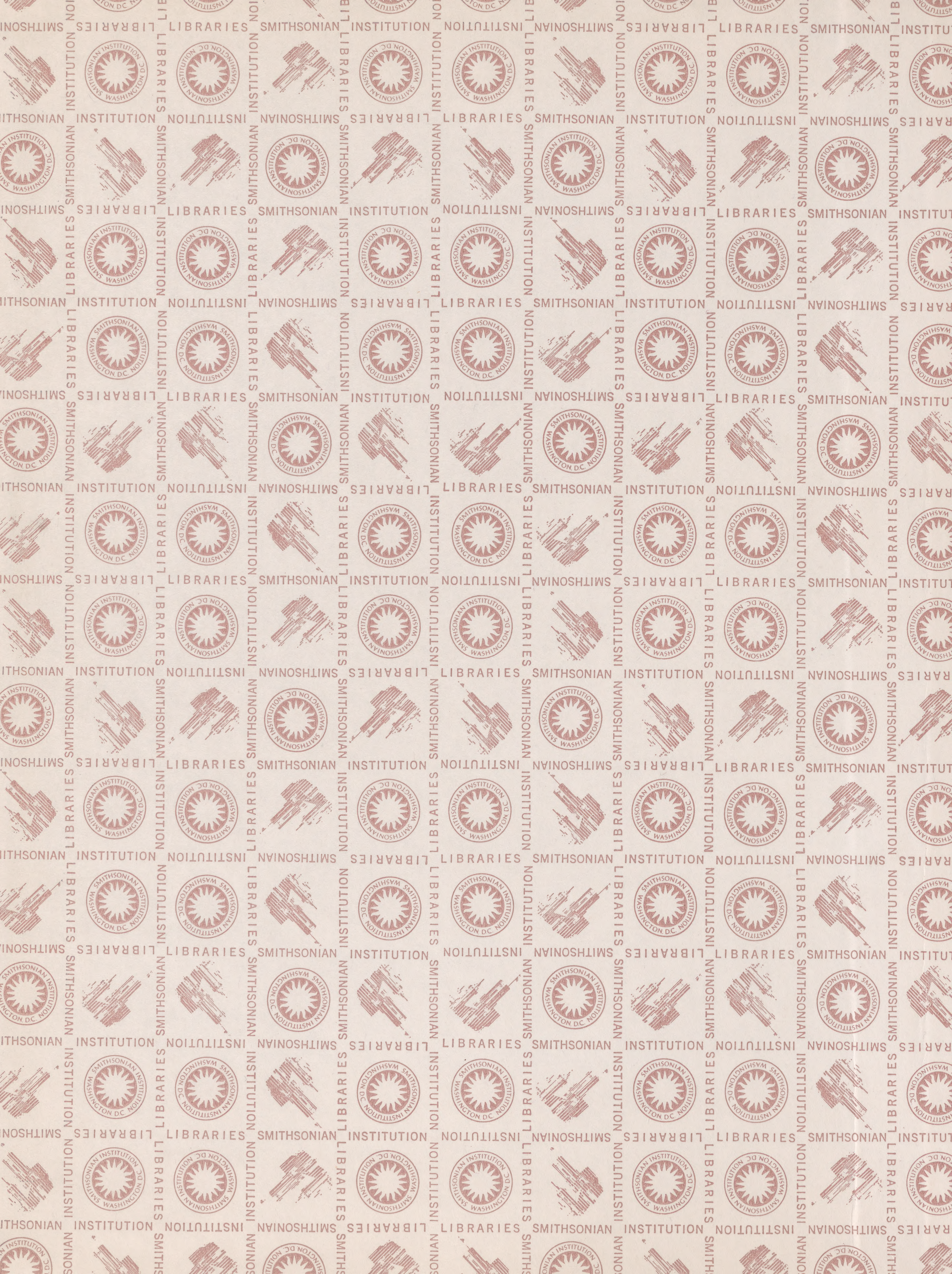
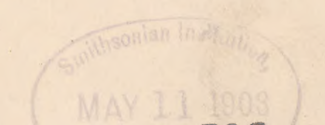




CARTE GÉOLOGIQUE DU KATANGA

ET

NOTES DESCRIPTIVES



ÉTAT INDÉPENDANT DU CONGO

ANNALES DU MUSÉE DU CONGO

PUBLIÉES PAR ORDRE DU SECRÉTAIRE D'ÉTAT

GÉOLOGIE, GÉOGRAPHIE PHYSIQUE, MINÉRALOGIE ET PALÉONTOLOGIE

SÉRIE II. — KATANGA

TOME I

CARTE GÉOLOGIQUE DU KATANGA

ET

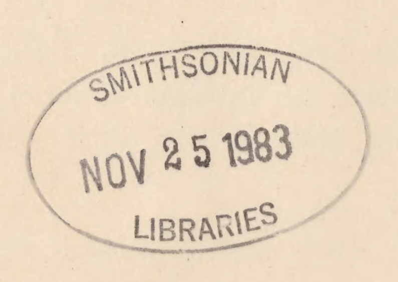
NOTES DESCRIPTIVES

PAR

F.-E. STUDT, J. CORNET

ET

H. BUTTGENBACH



BRUXELLES

1908

CARTE GÉOLOGIQUE DU KATANGA

NOTICE EXPLICATIVE [1]

Ayant été, de septembre 1901 jusqu'à la fin de 1906, employé en qualité de géologue par la *Tanganyika Concessions Ltd* dans la région minière du Katanga, j'ai eu de nombreuses occasions d'étudier les caractères géologiques des différentes contrées que j'ai traversées; la carte géologique publiée dans ces Annales, et les présentes notes sont le résultat des observations que j'ai faites, jointes aux rapports, cartes et études sur les différents spécimens de roches fournis par les prospecteurs qui ont travaillé pour la même société pendant la même période.

Les notes géologiques publiées par M. J. Cornet à la suite de ses observations lors de l'expédition Bia-Franqui (1892-1893) ont été pour moi un excellent guide et m'ont fourni la meilleure base pour mon travail. Dans les grandes lignes, mes observations confirment celles de M. Cornet, mais ayant pu faire une étude plus détaillée, j'ai dû modifier assez considérablement certaines conclusions de ses études, principalement en ce qui concerne ses systèmes de la *Lufupa*, de *Fungwe* et de *Mwashia*; ces dernières couches, notamment, ont été trouvées en beaucoup d'endroits formées de couches métamorphisées (en connexion avec les dépôts cuprifères du pays). J'ai toutefois conservé autant que possible la nomenclature Cornet, et, là où j'ai dû la modifier, j'ai choisi de nouveaux noms d'après quelque village ou rivière importante où les formations étaient bien représentées (2).

GÉOLOGIE GÉNÉRALE

Dans son ensemble, le bassin du Congo peut être considéré comme un vaste plateau, surélevé sur sa périphérie et déprimé au centre, avec un déversoir vers la mer. Les roches de ce bassin peuvent être divisées en quatre classes :

(1) Traduite de l'anglais.
(2) On trouvera (p. 14) le tableau de la classification d'après Cornet.

1° — Toute la partie centrale du bassin est recouverte par des grès en couches horizontales ou faiblement inclinées et qui sont probablement d'âge post-primaire. On croit que ces couches furent déposées dans de grandes mers intérieures ou lacs;

2° — Plus ou moins circulairement on trouve des roches cristallines et schisteuses;

3° — Sur les parties périphériques du bassin, on rencontre des séries plus ou moins développées de dépôts sédimentaires; ces couches, fortement inclinées, très plissées, sont probablement d'âge primaire, et elles contiennent parfois des roches métallifères et des sources thermales;

4° — Une bande étroite de couches fossillifères se trouve le long de l'Atlantique, bande d'origine marine et déposée pendant les époques crétacée et tertiaire; ces dépôts sont, d'ailleurs, très peu étendus comparativement aux précédents.

Les roches des trois premières classes se trouvent au Katanga. Cependant l'absence complète de fossiles empêche toute détermination certaine de leur âge et ce n'est qu'en procédant par analogie et en comparant leur composition lithologique et leur position relative avec celle d'autres roches du continent Africain dont l'âge a pu être déterminé que l'on peut déduire certaines probabilités sur leur position dans l'échelle géologique.

Dans la région minière du Katanga, on peut grouper les diverses roches comme suit :

1° — Granites et gneiss;
2° — Roches éruptives, généralement basiques;
3° — Roches schisteuses, souvent métamorphiques;
4° — Roches sédimentaires métamorphisées;
5° — Roches sédimentaires non métamorphisées, fortement inclinées;
6° — Roches sédimentaires horizontales ou faiblement inclinées.

Les granites et les gneiss entourent plus ou moins complètement le Katanga; ils se trouvent également dans les Monts Bia, qui, parallèles aux dépôts stannifères de l'Urua, divisent la contrée en deux bassins principaux : celui du Nord-Ouest, appelé *bassin de l'Urua*, et celui du Sud-Est, appelé *bassin du Katanga*. Les classes de roches 2 à 5 sont bien développées dans ces deux bassins.

BASSIN DU KATANGA

Système de Kifubua. — Ce sont des micaschistes, des granulites à cyanite, des schistes à hornblende, des gneiss, etc., qui se trouvent çà et là le long des rivières Mafwe, Kifubua, Rowanchira, Luiswizi, et principalement sur le Haut-Kafue et sur la Luembe, en Rhodésie. Ces roches n'ont pas encore été suffisamment étudiées. Elles peuvent peut-être, en certains endroits, être dues à des altérations d'autres roches sédimentaires ou aussi être le résultat d'intrusions éruptives.

Système de Musofi. — On rencontre les roches de ce système le long de la ligne de faîte Congo-Zambèze, entre les longitudes 25° 30' et 27°; elles recouvrent

une grande partie de la région des deux côtés de la frontière. Ce sont des grès très ferrugineux, souvent à magnétite, des poudingues altérés parfois très durs et passant aux quartzites, des phyllades ressemblant aux « hälleflinta », des grès rouges foncés sablonneux, des grauwackes, des grès chloriteux, des calcaires dolomitiques cristallisés.

Ces couches sont traversées par de nombreuses veines de quartz et, sur d'énormes étendues, recouvertes par les dépôts latéritiques de la surface. Les veines de quartz sont parfois faiblement aurifères, comme dans le district de Shamarenga; elles sont recoupées par des failles et souvent fortement plissées. Il y a aussi quelques cas d'intrusions volcaniques basiques.

La mine de **Kansanshi** (Rhodésie) se trouve dans des couches appartenant à cette formation : grès durs, quartzites, schistes graphiteux, dolomies cristallines. Les importants dépôts de fer à magnétite du district de **Shamarenga** appartiennent aussi à cette formation.

Les calcaires blancs cristallins paraissent former l'étage le plus ancien de cette série.

Système de Wemashi. — Il forme une bande s'étendant entre les longitudes 25° 30′ et 28° et du 11° 30 lat. sud au 12°. Il est formé de conglomérats à la base, de grès pyritiques durs, de schistes, d'ardoises argileuses pyritiques, de phyllades, etc. Certains grès sont chloriteux, certaines ardoises sont striées, satinées, et il y a aussi des calcaires pyriteux et des calcaires dolomitiques qui, par places, s'altèrent et se transforment en une roche talqueuse. Les veines de quartz sont nombreuses, très larges, parfois ferrugineuses ou faiblement aurifères, comme près des rivières Wemashi et Mapemba. On y rencontre aussi quelques dykes intrusifs ou interstratifiés de roches volcaniques basiques, telles que diabase, dolérite, etc. Cette formation recouvre la précédente en stratification nettement discordante. Elle se répète souvent par plissement. Sa direction générale est à peu près N. 60° O.-S. 60° E., se recourbant vers le Sud-Ouest à l'extrémité occidentale. A l'extrémité orientale, elle est recoupée par des granites, non loin des dépôts de cuivre de **Kimpwe**, **Mbaya** et **Mwati** et près de la source thermale de Chimono. A l'extrémité orientale il y a d'importants dépôts de fer le long de la Lufunfe.

Système de Mutumbwe. — Ces couches forment une bande parallèle à celle de Wemashi, plus ou moins concordante avec elle; sa direction est donc N. 60° O.-S. 60° E. en se recourbant légèrement à l'Ouest vers le Sud-Ouest. Ce sont des poudingues et des arkoses à la base, des grès ferrugineux et des quartzites, des schistes pyritiques et à magnétite, des ardoises siliceuses, des jaspes; il y a aussi des schistes anthraciteux vers la base, et, çà et là, des dolomies également à magnétites. On y rencontre des filons de quartz souvent aurifères comme à la source de la Mutumbwe, et aussi des dykes volcaniques basiques. Les dépôts de cuivre de **Lupoto**, **Karukuruku**, **Fiabumenda** et **Karavia**, aux environs de la source de la Lupoto appartiennent aussi à cette formation, ainsi que quelques dépôts de fer sur la ligne de faîte Lualaba-Lufira.

Système de Kambove. — Cette formation recouvre en discordance la précédente; les deux formations de Kambove et de la Lufira, qui renferment presque tous les

gisements de cuivre de la région, occupent à peu près toute la partie centrale du bassin et sont recouvertes, à l'Ouest, au Nord et à l'Est par les couches horizontales des Kundelungu. Au Sud-Ouest elles s'étendent au delà de la ligne de faîte dans le territoire rhodésien. Fortement plissées, elles présentent une série d'anticlinaux et de synclinaux et montrent par conséquent une série de bandes alternatives. Elles viennent se heurter aux granites vers le Sud-Est, à la source de la Kufira et sur la Luembe; en connexion avec ces granites, il y a des dépôts de cuivre, des sources chaudes et salines.

Les couches de Kambove commencent à la base par des conglomérats, des poudingues et des arkoses; elles se continuent par des schistes charbonneux ou calcareux, des schistes jaunes et rouges, des grès souvent micacés, des calcaires siliceux gris, des dolomies feuilletées et des calcaires fortement cristallins. On y trouve des veines interstratifiées, très étroites mais continues, d'oligiste souvent très pur, devenant spéculaire et micacé. Les couches de dolomie sont, ou bien continues, ou bien lenticulaires et interrompues. Il y a de très nombreuses couches interstratifiées d'une sorte de quartz concrétionné ou chert oolithique. On y voit à tout moment des plissements exagérés et des failles; les roches sont très souvent métamorphisées et durcies et les dépôts cuprifères sont toujours en relation avec ces phénomènes; on peut observer que ces dépôts renferment presque toujours une roche à grain très fin, argileuse, broyée, et généralement bordée par une brèche ou un conglomérat de friction; de même, ils renferment des couches de quartz celluleux interstratifiées dans les autres couches et provenant du lessivage et de l'altération chimique d'un calcaire fortement siliceux (ou des dolomies talqueuses), ainsi que semblent l'indiquer les relations de ces diverses roches dans le voisinage de Kambove, etc. Les relations existant entre les dépôts de cuivre et les granites de la Kafira et de la Luembe, à l'Est et au Sud-Est, font supposer que ces phénomènes métamorphiques, et les dépôts cuprifères eux-mêmes, ont leur origine dans une forte action volcanique s'étendant souterrainement sous toute la bande cuprifère. De même la relation entre les dépôts de cuivre et le quartz celluleux permet de penser que les calcaires d'où proviennent ces quartz formaient les lignes de moindre résistance, le long desquelles la contrée s'est fracturée et fissurée à la suite de l'éruption souterraine, qui, ayant produit de nombreuses vapeurs minéralisées, a été la cause des métamorphismes locaux et a amené la formation des gîtes cuprifères.

Quelques-unes des couches de grès et de schistes renferment de très nets « ripple-marcks » et aussi de faux joints de stratification montrant que leur dépôt a eu lieu aussi bien dans des eaux tranquilles que dans de rapides courants. Il y a un ou deux cas de dykes argileux recoupant la formation et dus à l'altération de roches éruptives fortement basiques.

Système de la Lufira. — Il surmonte les couches de Kambove, comme nous l'avons dit plus haut, et il le fait en stratification concordante; ce sont des conglomérats et des poudingues, des grès, des schistes et des calcaires; les schistes sont souvent noduleux et il y a quelques couches de bauxite nodulaire. Dans la vallée de la basse Lufira, en aval de Lukafu, les couches de Kambove et de la Lufira sont, sur de grandes étendues, recouvertes par d'épaisses alluvions.

Ces deux formations sont recoupées par des veines de quartz, mais moins souvent toutefois que les formations plus anciennes ; ces veines sont souvent aurifères sur de faibles étendues ; d'ailleurs presque toutes les couches cuprifères contiennent de l'or, et, à **Kambove**, on a trouvé un dépôt alluvionnal aurifère et de même à **Likasi**, etc. Aux mines de **Ruwe** et de **Musonoï**, il y a également des alluvions aurifères en relations avec des couches aurifères contenant aussi du platine et du palladium qui semblent provenir de vanadates de plomb et de cuivre. Dans ce cas, les pépites d'or des alluvions ne paraissent pas simplement dues à la désagrégation de ces roches mais bien à un procédé de ségrégation autour de noyaux organiques, les solutions aurifères provenant des couches aurifères à la suite de dissolutions dues à des actions minérales ascendantes amenées par les intrusions ignées de roches éruptives basiques, ainsi que paraît l'indiquer le dépôt de Ruwe. On rencontre aussi dans ces formations des dépôts de limonite, dont les plus importants se trouvent près de Kambove.

BASSIN DE L'URUA

Système de Busanga. — Il forme une bande le long du versant occidental des monts Bia depuis le parallèle 11°30 de latitude Sud, où ses couches traversent le Lualaba, jusqu'au parallèle 9°50, où elles traversent la Lufira ; elles sont recouvertes un peu plus à l'Est par les couches horizontales des Kundelungu. Ces couches, ainsi que celles de Zilo qui les surmontent en stratification concordante, forment, dans une contrée très mouvementée, une bande que le Lualaba et la Lufira rompent aux points où elles se précipitent dans les gorges de Zilo et de Juo par une succession de chutes et de rapides. Ce système est recouvert au Sud par les couches de Kabele, à l'Ouest par les couches de Lubilashe et à l'Est par les couches de Kundelungu. Les roches de ce système ont été soumises à de nombreux phénomènes de métamorphisme de contact, dus à des intrusions granitiques, et qui ont amené la formation de tourmalinites, d'ardoises à chiastolite, etc., ainsi que de veines de granites pegmatitiques, et de sources chaudes calcareuses et sulfureuses ; les dépôts stannifères sont dus à la même cause. Ces couches consistent en quelques grès et calcaires, mais principalement en quartzites, en ardoises argileuses, en schistes chloriteux, en quartzites tourmalinifères et en micaschistes. Beaucoup des roches granitiques ont l'aspect gneisique, à texture parfois porphyroïde, et, en beaucoup d'endroits, des dykes de roches pegmatitiques traversent les micaschistes et les tourmalinites en bandes étroites parallèles à la stratification. De nombreux indices de roches volcaniques peuvent également être suivis sur de longues distances, le long de la stratification de ces mêmes roches et peuvent être considérés comme des alluvions contemporaines de roches volcaniques basiques ; dans certains cas, ces roches basiques représentent certainement des intrusions ignées plus récentes de la classe des amphibolites et des diabases. Près des roches granitiques, il y a aussi de nombreuses veines de quartz qui sont généralement stannifères.

Système de Zilo. — Cette formation recouvre la précédente. Elle commence par

un conglomérat de quartzite et de grès que l'on trouve à la limite des couches de Busanga, sauf là où elles sont recouvertes par les couches de Kundelungu. La poussée des granites des monts Bia a probablement occasionné la formation d'un long anticlinal dans les roches de Busanga et de Zilo, et, par suite de la dénudation des parties supérieures de cette voûte, les couches de Busanga sont apparues. On trouve également des dykes de roches grises dans le sens de la stratification et qui peuvent être les témoins d'une action volcanique contemporaine. Au Sud-Ouest et au Nord-Est les couches de Kambove recouvrent cette formation en stratification discordante, ainsi que les couches de Kabele qui les recouvrent au Nord-Ouest.

Système de Kabele. — On rencontre cette formation en stratification discordante sur le système précédent dans la vallée du bas-Lualaba, près du confluent du Lubidi; sur de grandes étendues, il est recouvert par des alluvions, près de la chaîne des lacs. A l'Ouest, ses couches sont recouvertes en stratification discordante par les couches de Lubudi et par les couches horizontales de Lubilashe. Leur direction générale varie du Nord-Sud au N. 20° E. Ce sont des grès et des schistes foncés et noirs, plissés et durcis, des quartzites, des ardoises argileuses à magnétite, avec des conglomérats de cailloux de quartzite et de grès à la base. Ces couches sont verticales ou fortement inclinées. De nombreuses veines de quartz parfois un peu aurifères les traversent et elles montrent un grand développement de roches basiques altérées, généralement amygdaloïdales, appartenant à la classe des andésites-diabases et des basaltes; il y a aussi des dykes de roches amphiboliques.

Système du Lubudi. — On trouve cette formation sur le Lubudi, en amont de son confluent avec le Lualaba. La direction générale de ses roches est N. 25° E.-S. 25° O.; elles sont presque verticales; elles sont très plissées et contournées; ce sont des schistes noirs charbonneux, des schistes rouges feldspathiques et pyritiques, des quartzites durs noirs, des schistes gris siliceux jaunes, des calcaires gris bleus; elles sont remplies de petites veines de quartz et d'épaisses bandes de « cherts » avec des conglomérats à la base.

FORMATIONS HORIZONTALES

Système du Kundelungu. — Ce sont des grès durs, rouges, feldspathiques, des schistes, des calcaires, avec conglomérats à la base. M. Cornet a distingué deux divisions dans cette formation, mais elles ne sont pas visibles au Katanga. On trouve ces couches sur les monts Kundelungu, Mutenga-Niemba, et sur le plateau de la Manika Les chutes de Kiubo, au confluent de la Lufira et de la Luvilombo, s'étagent sur ces roches, comme aussi les chutes Johnston du Luapula, où d'importants conglomérats, constituant la base de la formation, reposent directement sur le granite. Ces couches s'étendent vers le Sud, le long du cours du Luapula et au delà de la ligne de faîte Congo-Zambèze.

Système du Lualaba. — Dans la vallée du Lualaba, vers le parallèle Sud 9°45', on trouve des couches de schistes charbonneux, avec veines de charbon pyriteux, recouvertes par de l'argile réfractaire et reposant sur des schistes gris à stratifica-

tion entrecroisée, sur des graviers feldspathiques, sur des schistes rouges et sur des conglomérats ferrugineux, le tout ayant une épaisseur probable de 200 à 300 mètres, comme l'indiquent les sondages effectués. Ces couches sont partout recouvertes par un gravier contenant de gros blocs de quartz et qui résulte probablement du lavage d'un conglomérat qui est encore visible, au Sud, à la base de la formation suivante.

Couches de Lubilashe. — Ce sont principalement des grès tendres, blancs et jaunes, avec des bancs d'énormes concrétions de grès durs, arrondis, à caractère jaspoïde. Ils ne sont pas très développés au Katanga. Ils constituent les formations horizontales qui recouvrent les dépôts plus anciens à l'ouest du Lualaba et de la Lufupa. Ce sont par conséquent les dépôts les plus récents du pays.

ROCHES GRANITIQUES

Comme il a été dit précédemment, on trouve ces roches sur tout le pourtour du Katanga. Au sud, elles s'étendent depuis Kapopo, sur la rive orientale de la Kafue, jusqu'à la source du Zambèze et ensuite dans les vallées de la Kuleshi et de la Lubudi, et encore plus vers le Nord dans les monts Hakannson. On les trouve aussi à l'Est, dans la vallée du Luapula, entre Chiniama et le lac Moero. Il y a aussi de grands affleurements de granite au Sud-Est, sur la ligne de faîte, au Nord de la Kafue et près de la Luembo, ainsi qu'au Sud de Busanga, près du Lualaba, et dans les monts Bia; enfin, le long des sources des affluents de la Kafira et de la Wusumba, à l'Est de la Lufira. Beaucoup de ces roches granitiques sont recouvertes par les formations horizontales.

Des **sources salines** sont liées à ces intrusions granitiques, à Mwashia, où il y a des affleurements de pegmatite, à la Kafira, etc. ; des sources chaudes se voient aussi à Kasonso, Lufufoi, Mwashia, Chimono, Kisavi, Luiswisi, etc.

DÉPOTS LATÉRITIQUES

Ce sont les dépôts superficiels que l'on trouve sur toutes les formations du Katanga. On peut constater qu'ils se produisent généralement là où les roches du sous-sol sont imperméables, ce qui, en terrain plat, donne lieu à des marais. Les argiles et les boues réunies dans ces marais se transforment graduellement sous l'influence de la chaleur humide et de la végétation et forment un agglomérat rouge brique qui, lorsque le marais se dessèche, devient une masse dure ferrugineuse. Sujette aux intempéries, cette masse devient plus ou moins celluleuse à la surface grâce à l'enlèvement des parties non complètement durcies. Nombre de latérites sont dues à la disparition récente de lacs ou de marais. Près de Lufufoi, à l'Est du Lualaba, on a découvert l'empreinte d'un pied d'antilope dans ce qui est aujourd'hui une roche dure ferrugineuse. Les latérites peuvent aussi être formées par l'altération *in situ* de roches argileuses imperméables là où elles étaient recouvertes par

des terres sablonneuses. Un échantillon général de latérite, s'étendant sur plus de 30 kilomètres de longueur dans la vallée de Lualaba, a donné à l'analyse les résultats suivants :

Eau	10 %
$Fe^2 O^3$	40 %
SiO^2	32 %
$Al^2 O^3$	17 %
MgO	Tr.
CaO	Tr.

Cet échantillon provenait de la surface; pris en dessous de la partie superficielle altérée, il se serait très probablement montré plus riche en alumine.

DÉTERMINATION DE L'AGE DES ROCHES DU KATANGA

Nous pouvons maintenant comparer les formations du Katanga avec celles de la Rhodésie et d'autres parties de l'Afrique du Sud, tout au moins en ce qui concerne leurs caractères lithologiques et leur situation relative.

Commençant par les plus anciennes roches du Katanga (sauf peut-être certains schistes et gneiss), considérons les *couches du système de Musofi*. Elles peuvent être comparées aux *Rhodesian Banded Ironstones*, qui sont recristallisés et dont le feuilletage est beaucoup plus en relations avec les clivages qu'avec les joints de stratification, qui ont été surtout plus altérés par des intrusions granitiques et qui sont recouverts avec discordance par les conglomérats inférieurs rhodésiens. Je ne sache pas qu'ils aient d'équivalent dans le bassin de l'Urua.

Les *couches de Wemashi-Mutumbwe* du bassin du Katanga peuvent être comparées aux *couches de Busanga-Zilo* du bassin de l'Urua, si l'on tient compte des effets dans ces dernières du métamorphisme granitique. Ces dernières couches paraissent l'équivalent des *Pretoria Beds* et *Rand Bankets* et, spécialement, les couches de Zilo et de Mutumbwe semblent être du même âge que les *Lower Rhodesian Conglomerates*.

Les *couches de Kabele* n'ont pas d'équivalent dans le bassin du Katanga. Elles paraissent être la dernière formation pendant laquelle des actions volcaniques remarquables ont pris place; avec les amygdaloïdes de l'Urua, elles peuvent être comparées aux *Rhodesian amygdaloïdes* et aux *Upper Rhodesian Conglomerates*, ainsi qu'aux *Rand Black Reef Series* et aux *Cape Table Mts Beds*. On suppose généralement que ces dernières couches appartiennent au DÉVONIEN INFÉRIEUR, tandis que la *Rand Banket Serie* est classée dans le SILURIEN SUPÉRIEUR.

Les *couches de Kambove* peuvent être comparées aux *Cape Bokkevold Beds* qui recouvrent en discordance les couches de la montagne de la table et qui sont probablement de l'époque du DÉVONIEN SUPÉRIEUR. Elles ne paraissent pas représentées dans le bassin de l'Urua.

Les *couches de Lubudi* du bassin de l'Urua et les *couches de la Lufira* du bassin du Katanga semblent pouvoir être comparées aux *Rand and Rhodesian Dolomites*, que l'on place dans le CARBONIFÈRE INFÉRIEUR.

Les *couches de Kundelungu* paraissent être du même âge que le Bas-Karoo, c'est-à-dire du PERMIEN.

Les *couches du Lualaba*, qui n'ont pas de représentant dans le bassin du Katanga, peuvent être comparées aux *Reaufort Beds* et aux *Rhodesian Coal Measures* du PERMO-TRIAS.

Les *couches de Lubilashe* sont similaires des *couches de Stormberg*, du TRIAS.

Le tableau de la page 14 renseigne donc la classification chronologique que nous avons adoptée.

M. Cornet dit dans ses mémoires que « trois principales époques de plissement peuvent être reconnues au Katanga :

« 1° Celle des roches archéennes, antérieure à la période métamorphique ;

« 2° Celle des roches métamorphiques, qui pourrait probablement se subdiviser en plusieurs autres.

« 3° Celle des roches primaires non métamorphiques ;

« et que ces trois époques peuvent être comparées aux plissements :

« 1° HURONIEN (canadien, pre-cambien);

« 2° CALÉDONIEN (plissement écossais plus ancien que le Paléozoïque, et avec une direction générale N.-E.—S.-O.) ;

« 3° HERCYNIEN (de la fin du primaire et correspondant au plissement du Hainaut).

Il dit encore que « ces trois plissements sont bien représentés au Katanga et, en l'absence de fossiles, qu'ils permettent avec quelque degré de certitude de déterminer l'âge relatif des formations du bassin du Congo ». Il ajoute que « c'est un fait digne de remarque que les directions des formations métamorphiques sont tout à fait différentes de celles des couches plus récentes ». M. Cornet distingue deux systèmes principaux de plissement :

a) Celui des couches non métamorphiques, correspondant aux axes des monts Bia et des monts Zilo, N.-E.—S.-O. ;

b) Celui des couches non-métamorphiques dont la direction est S.-E.—N.-O.

« Le premier de ces plissements, dit M. Cornet, correspond probablement aux mouvements pré-dévoniens qui ont occasionné une partie des plissements de l'Ardenne, et, si ce fait était établi, la question de l'âge des formations anciennes du Katanga aurait fait un grand pas. Les mouvements hercyniens qui ont cessé à la fin de l'époque primaire ont soulevé la plus grande partie du continent africain, et depuis lors la contrée n'a plus été immergée sous l'océan. Durant cette longue période de l'émersion, les hautes altitudes ont été soumises à de fortes érosions et c'est alors que les grands dépôts lacustres se sont formés. La plupart d'entre eux datent probablement de l'époque PERMO-TRIASIQUE mais une partie, moins étendue, est plus récente, datant probablement de la fin du TERTIAIRE. »

Si l'on examine notre carte géologique du Katanga, on y observe trois systèmes distincts de plissements :

CLASSIFICATION CHRONOLOGIQUE DES TERRAINS DU KATANGA

BASSIN DU KATANGA		BASSIN DE L'URUA		RHODÉSIE	AFRIQUE DU SUD	ÉTAGE
STUDT, 1907	CORNET, 1894	STUDT, 1907	CORNET, 1894			
		S. de Lubilashe.	S. de Lubilashe.		Upper Karoo (Stormberg Beds).	Trias.
		S. du Lualaba. ⌃		Coal Measures.	Upper Karoo (Beaufort Beds).	Permien.
S. du Kundelungu. ⌃	S. du Kundelungu.				Lower Karoo.	Permo-carbonifère
S. de la Lufira.	S. de Katete et de Kazembe. ⌃	S. du Lubudi.	S. du Lubudi.	Dolomites.	Dolomites of the Rand.	Carbonifère inférieur.
S. de Kambove. ⌃	S. des Bassanga. S. de Muiombo. S. de Kafunda-Mikopo.				Cape Bokkeveld Beds.	Dévonien supérieur.
		Amygdaloïdes. S. de Kabele. ⌃	S. de Kabele.	Amygdaloïdes. Upper Conglomerates. ⌃	Cape Table Mn Beds. Rand Banket Reefs. Amygdaloïdes Lavas. ⌃	Dévonien inférieur.
S. de Mutumbwe. S. de Wemashi. ⌃	S. de Kissola. S. de Lufubo.	S. de Zilo. S. de Busanga.	S. de Zilo. S. de Moanga. S. de Funge.	Lower Conglomerates.	Rand Banket séries. Pretoria Beds. ⌃	Silurien supérieur.
S. de Musofi. ⌃	S. de Kisola.			Banded Ironstones.		Silurien inférieur (ordovicien).
S. de Kifubua.				Rhodesian Schists.	Cape Malniesbury Schists Transvaal Schists.	Cambrien ou Précambrien.

⌃ Discordance de stratification.

1° Celui des couches de Musofi ;
2° Celui des couches de Zilo-Busanga, N.-E.—S.-O. ;
3° Celui des couches de Kambove-Lufira, S.-E.—N.-O. à S.-O.

Ce dernier plissement a aussi affecté les couches de Wemashi-Mutumbwe.

Les laves amygdaloïdes du sud de l'Afrique sont actuellement considérées comme datant du DÉVONIEN INFÉRIEUR. Si nous considérons les amygdaloïdes des couches de Kabele du bassin de l'Urua comme appartenant à la même période, nous devons alors considérer les couches inférieures, soit les couches de Zilo et de Busanga, comme antérieures au DÉVONIEN ; les mouvements qui ont affecté ces couches sans influer sur le système de Kabele, se sont alors probablement produits vers la fin de la période SILURIENNE, puisque nous avons trouvé par analogie avec les *Rand Bankets* et les *Pretoria Beds* que les couches de Zilo et de Busanga étaient du SILURIEN SUPÉRIEUR.

Dans le Sud, nous trouvons que les couches de Wemashi-Mutumbwe n'ont pas été soumises à ces mouvements mais qu'elles ont subi les mêmes actions que les couches supérieures (série de Kambove-Lufira), tandis que les couches inférieures (de Musofi) avaient subi des mouvements qui doivent avoir été antérieurs aux plissements de Busanga-Zilo ; et puisque les couches de Musofi leur sont discordantes, les mouvements qui les ont affectés se sont probablement produits vers la fin de la période ORDOVICIENNE ou SILURIEN INFÉRIEUR et nous pouvons regarder les couches de Musofi comme n'étant certainement pas postérieures à l'ORDOVICIEN.

De plus, si nous considérons les couches du Lualaba comme du CARBONIFÈRE SUPÉRIEUR, les mouvements qui ont affecté les couches inférieures doivent être plus anciens. Par analogie, les couches de Lubudi ont été placées dans le CARBONIFÈRE INFÉRIEUR, de sorte que les mouvements qu'ont subis les couches de Wemashi-Mutumbwe, de Kambove-Lufira et de Lubudi doivent s'être produits vers le milieu de la période CARBONIFÈRE. Les granites du Sud-Est, près de la rivière Luembe, sont connexes à certains dépôts de cuivre ; ceux-ci se montrent le long des lignes de fractures qui paraissent reliées aux axes de plissements ; l'intrusion granitique, qui a amené la formation des dépôts de cuivre et probablement aussi des dépôts aurifères, se serait donc produite vers le milieu du CARBONIFÈRE et appartiendrait à la période HERCYNIENNE, c'est-à-dire au moment où le continent se soulevait après sa longue immersion océanique.

De même, nous pouvons rapprocher les plissements des couches de Busanga-Zilo des granites des Monts Bia et des dépôts stannifères de l'Urua qui appartiennent à l'époque SILURIENNE.

De même, l'allure des couches de Musofi est connexe à la formation des granites du Sud qui datent de la fin de l'époque ORDOVICIENNE. C'est cette éruption qui a probablement aussi métamorphisé les mêmes couches et qui a produit les dépôts de fer magnétique.

Les granites du Sud et des Monts Bia ainsi que les plissements qu'ils ont produits appartiennent à la période CALÉDONIENNE. Les résultats de plissements HURONIENS ne paraissent pas très évidents, sauf peut-être dans certains schistes du Sud.

Nous pouvons donc établir comme suit la succession chronologique probable des formations géologiques du Katanga :

Étage Pré-Cambrien ou Cambrien	*Schistes de Kifubua.*

Discordance.

Étage Silurien (Ordovicien)	*Syst. de Musofi.*

Eruptions granitiques du Sud ; venues de fer magnétique ; plissement des couches de Musofi.
Forte discordance.

Silurien supérieur	*S. de Wemashi-Busanga.*
" "	*S. de Mutumbwa-Zilo.*

Éruptions granitiques des Mts Bia ; venues stannifères ; plissement des couches de Busanga-Zilo.
Discordance.

Dévonien inférieur	*Amygdaloïdes.*
" "	*S. de Kabele.*
" supérieur.	*S. de Kambove.*
Carbonifère inférieur.	*S. de la Lufira.*
" "	*S. de Lubudi.*

Eruptions granitiques des champs de cuivre ; venues cuprifères ; venues aurifères ; etc.

Carbonifère moyen.

Plissements correspondants.
Forte discordance.

Permo-Carbonifère	*S. du Kundelungu.*
Permien.	*S. du Lualaba.*

Faible discordance.

Trias.	*S. de Lubilashe.*

Janvier 1907.

Franz E. Studt

LES GISEMENTS MINIERS DU KATANGA

Les territoires formant la partie Sud-Est de l'État du Congo, gérés par le *Comité spécial du Katanga*, s'étendent entre les limites territoriales de l'État Indépendant, d'une part, et, d'autre part, entre le 5e parallèle Sud et approximativement le 24e Est du méridien de Greenwich. Mais la seule partie qui nous occupera dans ce travail n'en est que l'extrême Sud, située entre le 10e parallèle et la ligne de séparation des eaux du Congo et du Zambèse.

C'est d'ailleurs à cette seule partie de la région, d'une superficie de plus de 80,000 kilomètres carrés, que l'on donnait autrefois le nom de Katanga, et les explorateurs qui, au milieu du XIXe siècle, commençaient à tracer leurs itinéraires sur les pages blanches des cartes de l'Afrique centrale en parlaient déjà comme d'une région très riche en cuivre ; en effet, même sans pénétrer dans cette contrée, ils pouvaient voir, aux mains des peuplades indigènes environnantes, des instruments, armes et outils de tous genres, faits de cuivre, et dont le Katanga était toujours indiqué comme le pays d'origine. Je ne ferai pas ici l'historique des explorations qui se succédèrent dans cette région de 1850 à 1892, le lecteur trouvera cet exposé dans un mémoire publié précédemment par M. le professeur J. Cornet (1). Je mentionnerai cependant que ce fut Reichard qui, le premier, visita un gisement de cuivre de la région, en 1885.

Mais ce fut M. Cornet lui-même qui apporta les premières notions géologiques sur cette intéressante contrée ; dans de nombreux mémoires (2), il exposa le résultat des études qu'il fit, au cours d'une expédition aussi rapide que difficile, tant sur la géologie générale de la contrée que sur les gisements de cuivre et de fer qu'il eut l'occasion de rencontrer sur son itinéraire. Le rapport du jury chargé, en 1897, de décerner le prix décennal des sciences minérales sut donner à ces travaux la place qu'ils méritaient, en les classant immédiatement après l'ouvrage couronné et en faisant observer les difficultés matérielles qui entravaient alors ces études et qui n'empêchèrent cependant pas une abondante moisson de faits et d'observations « dont

(1) *Les Gisements métallifères du Katanga* (*Revue Universelle des mines*, 1889.)

(2) Je citerai entre autres : *Les Formations post-primaires du bassin du Congo.* (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXI). *Observations sur les terrains anciens du Katanga* (*Ibid.*, t. XXIV). *Die Geologischen Ergebnisse der Katanga-Expedition*, *Petermans Mitteilungen*, 1894.

la discussion témoigne d'autre part d'un coup d'œil géologique remarquable ». Et qu'il me soit permis d'apporter à ces appréciations des savants rapporteurs, en plus de mon appréciation personnelle, qui n'a de poids que comme venant de quelqu'un qui a pu constater les difficultés vaincues alors par M. Cornet et qui a pu apprécier la justesse de ses observations, celle de l'auteur de la carte géologique jointe à ces mémoires; M. Studt m'écrivait en effet récemment encore : « A M. Cornet « appartient l'honneur d'avoir jeté les bases de la géologie de cette partie du Congo « et nous avons été heureux d'avoir ses travaux comme base de toutes nos « recherches ultérieures. » Tous les travaux entrepris dans ces dernières années au Katanga et qui ont permis une étude plus détaillée du pays sont venus confirmer les idées générales de M. Cornet et prouver ainsi la précision de ce coup d'œil géologique dont parle le rapport cité plus haut.

En 1900, le Comité spécial du Katanga désirant connaître la valeur exacte des gisements de cuivre déjà renseignés dans ses territoires et voulant aussi effectuer des recherches minières méthodiques que l'occupation régulière du pays permettait enfin, conclut une convention avec une société anglaise, la Tanganyika Concessions Limited, par laquelle celle-ci s'engageait à faire de telles recherches dans la partie sud des terrains gérés par le Comité.

Le résultat de ces prospections dépassa tout ce que l'on pouvait espérer et cette région du Katanga, reconnue comme l'un des districts miniers les plus riches du monde, le plus riche peut-être en ce qui concerne le cuivre, entre actuellement en pleine voie de développement industriel.

Ce n'est d'ailleurs pas seulement le *cuivre* dont l'existence en quantités énormes a été reconnue au Katanga. L'*or*, accompagné de *platine* et d'autres métaux précieux, y forme des dépôts tout nouveaux dans les annales géologiques; l'*étain* se trouve en filons et en alluvions dans une zone dont l'examen n'a cependant pas encore été complètement fait; enfin, le *fer* se présente en amas d'une étendue unique au monde et dans des conditions qui en rendront l'exploitation possible dans un avenir peut-être moins éloigné qu'on ne peut le supposer.

Le but de ce mémoire est de décrire les diverses zones minières du Katanga. Je me baserai à cet effet sur les observations que j'ai pu faire moi-même pendant mon séjour dans la région en 1902-1903, ainsi que sur les descriptions et les rapports que j'ai eus en mains et qui résultent des travaux de divers prospecteurs et ingénieurs, parmi lesquels je me bornerai à citer MM. F.-E. Studt, R.-J. Farrell, Th. Baynes, G. Adams et Robins.

GISEMENTS DE CUIVRE

LE PAYS

Les gisements de cuivre du Katanga se succèdent sur une distance de plus de 250 kilomètres; ce champ minier, dont la largeur varie de 40 à 60 kilomètres, commence un peu à l'Ouest du Lualaba, dans la grande courbe que décrit ce fleuve

en se précipitant dans les gorges de Zilo; il se continue vers l'Est et ensuite vers le Sud-Est, où sa largeur augmente.

Cette région du Katanga apparaît à première vue comme une succession de collines et de pics; mais cette impression s'évanouit complètement lorsque, du sommet de l'une de ces élévations, on domine l'ensemble de la contrée : on voit bien nettement alors que c'est plutôt un vaste plateau dont les ondulations ne sont certes pas sans importance mais qui, sous plusieurs points, peut être comparé à notre plateau des Ardennes.

L'histoire géologique du pays a été écrite par M. Studt dans la notice explicative annexée à sa carte géologique. Je n'insisterai donc pas ici sur ce sujet, me bornant à rappeler que, après le dépôt des terrains primaires qui forment le soubassement de la région, et qui d'ailleurs subirent aussi au cours de leur formation divers efforts orogéniques, il se produisit, pendant l'époque du carbonifère moyen, une série de plissements, dus à des éruptions granitiques, qui amenèrent, dans cette partie du Katanga, la formation de chaînes montagneuses que l'on peut, par comparaison, rattacher aux chaînes hercyniennes. Puis l'érosion s'attaqua à ces hauteurs, et, au cours des siècles, détruisit petit à petit le relief accidenté de la contrée, ne laissant enfin qu'une plaine véritablement rabotée. Cependant, plus au Nord, de grands lacs se formaient sujets eux-mêmes à de nombreuses vicissitudes, jusqu'à ce que, s'étant ouvert un déversoir, ils s'écoulèrent vers l'Atlantique ne laissant plus subsister, çà et là, que certains résidus, tels les lacs Kisale, Moero, Bengwelo, tous condamnés à disparaître lentement. L'érosion reprit ensuite de plus belle; continuant son œuvre de nos jours, elle creuse des ravins, approfondit sans cesse les vallées de cette pénéplaine du Katanga, découvrant ainsi les diverses tranches des couches géologiques qui furent jadis les racines profondément enfouies de hautes montagnes.

L'altitude de ce plateau varie entre 1,300 et 1,400 mètres; certaines collines y atteignent cependant encore 1,600 mètres, tandis que quelques rivières ont déjà pu, dans la partie du pays qui nous intéresse ici, creuser leurs vallées jusqu'à une profondeur de 1,200 mètres. Les principales de ces rivières, la *Lufira*, la *Lupoto*, la *Dikulue*, la *Lualaba* se dirigent du Sud au Nord, à peu près perpendiculairement aux affleurements des formations géologiques de la région.

Les diverses roches que l'on rencontre dans la région cuprifère sont des conglomérats, des poudingues, des arkoses, des schistes de toutes espèces, des grès souvent micacés, des calcaires, des dolomies; la carte géologique de M. Studt montre que les granites y apparaissent vers le Sud-Est, aux sources de la *Kafue*, ainsi que vers l'Est, dans les vallées de la *Kuleshi* et de la *Lubudi*.

En se reportant à la notice explicative de cette carte, on verra que les diverses roches de la région cuprifère sont classées par ce géologue dans ses *Systèmes de Mutumbwa*, de *Kambove* et de la *Lufira*.

Beaucoup de ces roches ont subi l'influence d'un métamorphisme énergique. Il ne s'agit cependant le plus souvent que d'un métamorphisme local, en relation avec les dépôts métallifères.

Les couches imprégnées de cuivre qui affleurent et forment ces gisements se rencontrent presque toujours sur le versant ou sur le sommet de collines plus ou moins isolées, collines qui tranchent fortement sur tout le pays avoisinant couvert de forêts (1), parce que, au contraire, elles sont toujours dépourvues de végétation, ne permettant guère que la croissance, pendant la saison des pluies, de hautes herbes que détruisent régulièrement les incendies de la saison sèche. J'attribue cette dénudation à la seule action des sels de cuivre, funeste à la végétation. Cela me semble déjà prouvé par ce fait que, dans tous les gisements, plus la pente du terrain est forte en partant des affleurements minéralisés, plus, par conséquent, les eaux peuvent entraîner de parcelles de minerai et plus loin aussi s'étend la partie aride; le gisement de *Likasi* est très caractéristique à ce sujet, comme on le verra plus loin. En second lieu, si l'on examine la zone de la forêt la plus voisine du gisement, on voit que, sur une largeur de 100 à 200 mètres, elle n'est composée que d'une seule espèce d'arbres, appelés *Misukus* par les indigènes, hauts de 2 à 3 mètres, rugueux, aux branches contournées dans toutes les directions, aux feuilles larges, aplaties, sonores; ces misukus forment une essence plus résistante que les autres aux influences du gisement; alors que les autres espèces ont été éliminées, eux croissent, chétifs et rabougris cependant, car on les retrouve en pleine forêt plus sains et plus forts; le gisement de Luushia est aussi très caractéristique sur ce second fait, en ce sens que Luushia étant une plaine sans pente appréciable, alors que, sur la mine, il n'y a pas du tout de végétation, la forêt peut cependant croître immédiatement à côté, sans que la zone de *Misukus* existe.

Je décris dans les pages qui suivent quelques-uns des gisements de cuivre les plus importants de ceux que l'on a découverts et étudiés. Les travaux d'étude que l'on a faits dans ces mines n'ont pas été poussés à plus de 40 mètres de profondeur, parce que, vu le nombre des gisements et étant donné leur étendue, il n'était pas nécessaire de mener plus loin ces recherches pour le but que l'on se proposait. Il s'ensuit que nous ne connaissons donc encore, en somme, que les parties superficielles de ces gisements et cela nous empêchera de déduire, dès maintenant, des conclusions formelles concernant la genèse de ces vastes dépôts.

Les gisements cuprifères du Katanga présentent tous les mêmes caractéristiques, si bien qu'il serait très monotone d'en décrire beaucoup, ces descriptions ne devant guère différer que par les chiffres relatifs à leur étendue. Aussi, je me bornerai à faire connaître le minerai de cuivre, qui est identique d'un gisement à l'autre et à choisir quelques-uns de ces gisements comme types, soit qu'ils aient été mieux étudiés que les autres, soit qu'ils présentent l'un ou l'autre fait qui peuvent aider à deviner leur histoire.

LE MINERAI

Les couches sédimentaires, qui constituent un gisement de cuivre, sont imprégnées de malachite et de chrysocole, de telle façon qu'elles forment elles-mêmes le minerai.

(1) Les forêts qui recouvrent le Katanga sont formées d'arbres très espacés les uns des autres; il n'y a pas de sous-bois; le sol est recouvert d'herbes qui ne deviennent jamais très hautes.



Mine de cuivre de Dikuruwe.

Ces sels de cuivre ont été déposés, par circulation d'eaux, dans toutes les fissures, dans tous les interstices des roches; souvent, dans les schistes très fissiles, on voit parfaitement l'alternance des feuillets de la roche avec les minces couches de malachite ou de chrysocole qui se sont déposées entre eux; dans les grès, l'imprégnation, qui s'est faite surtout dans les fissures de la roche, est beaucoup plus irrégulière et il en est de même dans les calcaires; il est assez rare de trouver de la malachite zonaire en couche très épaisse et, à Kakanda, où se voyaient les plus beaux échantillons, ils ne dépassaient jamais 6 centimètres d'épaisseur. La malachite est souvent mamelonnée et alterne, en ce cas, avec le chrysocole. J'ai trouvé aussi, à Likasi, dans certaines cavités des grès, de la malachite en stalactites atteignant jusque 2 décimètres de longueur.

La moyenne générale des analyses faites sur les roches imprégnées de ces minéraux et provenant de dix gisements différents est de 14,21 % de cuivre.

Une analyse moyenne du minerai a donné :

Cuivre	14.00
Silice	52.00
Alumine	17.00
Fe, Ca, Mn, Mg	5.80
CO^2, H^2O	11.20
	100.00

L'oxyde noir de cuivre (mélaconise), pulvérulent, mélangé à des oxydes de fer et de manganèse, n'est pas rare dans les gisements du Katanga et y forme de petits amas ou de minces veines provenant sans doute de la décomposition d'autres minéraux.

Je dois aussi mentionner une autre roche très curieuse, provenant de Likasi; brune, assez compacte, mais se laissant débiter en petits morceaux parallélipipédiques, tendre, ressemblant à du lignite, elle donne, à l'analyse, jusque 90 % de cuivre; elle est souvent traversée par un réseau de malachite en lame de 1 millimètre au plus d'épaisseur et qui provient d'un dépôt du carbonate dans les nombreuses fissures de cette roche; il est très facile d'enlever la substance brune et d'obtenir ainsi le squelette de malachite; on voit alors que chacune des lamelles de ce dernier minerai est formée de deux couches qui se sont déposées sur les deux parois de la fissure, en cristallisant, et ces cristaux de l'une et l'autre paroi, s'enchevêtrant les uns dans les autres, ont consolidé toute cette structure. La figure 4 de la planche II représente un de ces réseaux.

MINÉRAUX

Au point de vue *minéralogique* pur, la variété des minéraux trouvés au Katanga n'est pas très nombreuse, et, sauf la *malachite*, ils ne sont pas très riches en formes et en combinaisons cristallographiques. Je décrirai ici les échantillons les plus intéressants de ceux que j'ai trouvés.

MALACHITE

Des données primitives admises par Dana pour ce minéral :

$$m\,m\ (\text{ant}) = 75^\circ 40' \qquad p\,h^1 = 61^\circ 50' \qquad h^1\,a^{3/4} = 81^\circ 17'$$

on déduit :

$$a : b : c = 0\ 880933 : 1 : 0.401178$$

CRISTAUX SIMPLES

1° J'ai trouvé de beaux échantillons dont les cristaux, vert foncé, présentaient la forme du prisme primitif m, terminé par une face semblant horizontale. Or, dans la malachite, on calcule :

$$h^1\,a^1 \quad 88^\circ 55' 8''$$

Il est donc très probable que cette face presque horizontale est a^1; mais, dans ces cristaux (fig. 1) qui atteignent jusqu'à 5 millimètres de hauteur, les faces a^1 ne permettent pas de mesures, étant fortement striées parallèlement au plan g^1. Les faces m, finement et irrégulièrement striées verticalement, sont bien miroitantes, au contraire, et permettent de bonnes mesures. Le clivage p est très facile et très net.

	$m\,m$	$m\,p$
Mesurés.	75° 38′	67° 55′
Calculés	75° 40	67° 51′ 39″

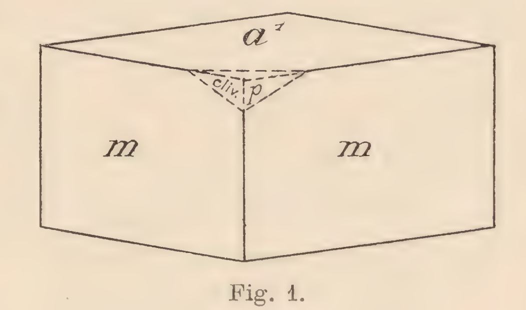


Fig. 1.

Une lame de clivage p examinée au microscope montre, en lumière convergente, la bissectrice négative de deux axes situés dans le plan de symétrie g^1.

2° Dans certains cristaux, plus petits que les précédents, la face p est parfois naturelle.

3° Sur de très petits cristaux provenant de la mine de Kambove, j'ai déterminé les faces m, h^1, g^1, g^2 et a^1 (?). La forme g^2 n'avait pas encore été renseignée dans la malachite; elle est très nette dans les cristaux de Kambove et, comme toutes les formes de la même zone, présente des faces finement striées verticalement et très miroitantes.

4° Certains cristaux, très aplatis, sont terminés assez souvent par un biseau dont l'arête, un peu inclinée dans le sens opposé à celui de la face p, indique que l'on a affaire à un biseau remplaçant l'angle a du prisme primitif; je n'ai pu déterminer sa notation qui est peut-être celle de la forme $\beta = b^1\ b^{1/4}\ h^{1/2}$ de Dana.

5° D'autres cristaux, de même forme, présentent, au contraire, un biseau analogue dont les faces sont bien miroitantes et que les mesures ont fait nettement rapporter à la forme $d = b^1\ b^{1/5}\ h^{1/3} = (\bar{3}23)\ (\bar{3}\bar{2}3)$ également signalée par Dana. Les

faces de ce biseau appartiennent à la zone a^1 g^1 et il n'est pas rare que la face a^1 existe nettement, miroitante, en troncature sur l'arête supérieure de ce biseau.

	Mesurés.	Calculés.
pd	30° 29′	30° 40′ 17″
dd sur a^1	30° 18′	29° 56′ 30″
da^1	15° 10′	14° 58′ 15″
md	80° 14′	80° 2′ 48″

Toutes ces faces se trouvent parfois réunies sur un même cristal qui offre alors l'aspect de la figure 2. Observons que les angles des faces d entre elles et de chacune des faces d avec p étant à peu près égaux entre eux (approximativement 30°), ces cristaux peuvent parfois présenter un certain facies rhomboédrique.

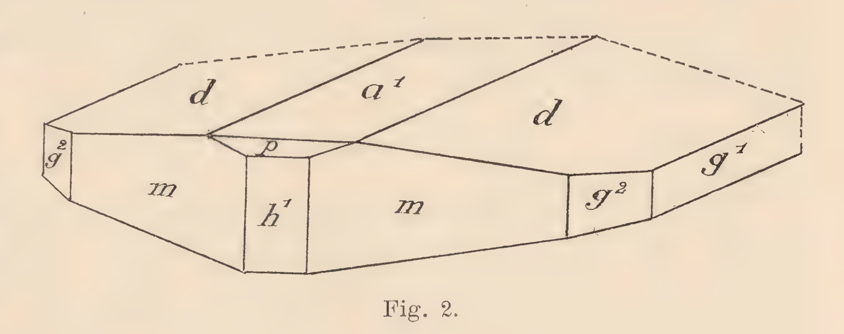


Fig. 2.

6° Je rappelle ici que M. le professeur G. Cesàro a, sur des cristaux que je lui avais remis et qui proviennent de la mine de Likasi, déterminé la présence de la forme $\gamma = b^{1/2}\ b^{1/6}\ h^{1/3}$ (1).

CRISTAUX MACLÉS

Les cristaux de malachite du Katanga sont parfois simples, mais la grande majorité est cependant maclée.

Ces macles ont, comme toujours dans la malachite, le plan h^1 pour plan de macle, mais le plan d'assemblage des deux cristaux est le plus souvent a^1.

La figure 3 représente de beaux cristaux vert émeraude, provenant de Kambove, atteignant un centimètre et où l'on voit très bien le plan de jonction de deux individus. Il semble que le plan de macle soit un plan à peu près horizontal, qui ne pourrait être que a^1; or, en ce cas, l'angle des deux faces de clivage p, supérieure et inférieure, devrait être : $180° - 2 \times pa^1 = 125° 49' 44''$. Les mesures ont donné : 123° 36′, ce qui correspond à l'angle des faces p maclées par rapport à h^1 et que l'on calcule : 123° 40′. J'ai d'ailleurs trouvé des cristaux où l'assemblage était bien visible, ces cristaux étant complets et ne présentant que les faces m et a^1 on pouvait effectuer le clivage sur les quatre angles et la figure 4 montre la section de ces macles parallèlement au plan de symétrie : ce sont deux

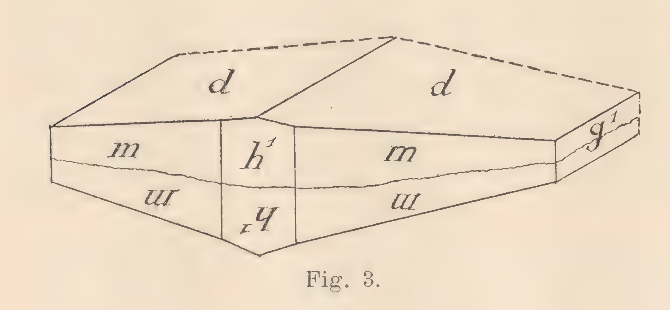


Fig. 3.

(1) *Bull. de l'Acad. roy. de Belg.*, n° 12, 1904.

cristaux, maclés par rapport à h^1 et qui se groupent suivant une surface irrégulière se rapprochant de a^1 ; la figure 323 bis du *Manuel de minéralogie* de Des Cloiseaux représente un groupe analogue provenant d'Australie ; seulement, dans les groupe-

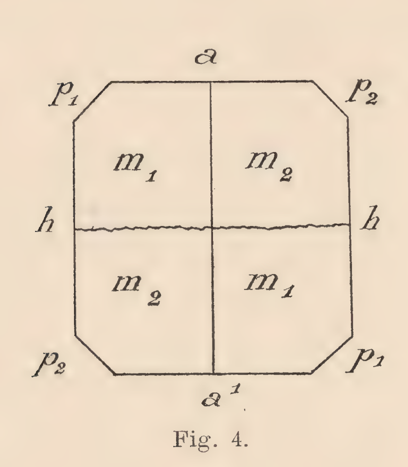


Fig. 4.

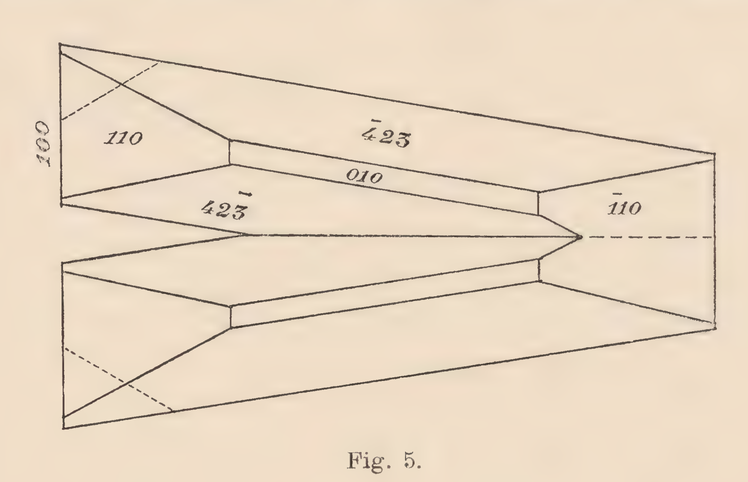


Fig. 5.

ments du Katanga, ces assemblages se terminent ordinairement par les faces a^1 et, plus rarement, par un biseau : *d* ou β. M. G. Cesàro a également décrit (*loc. cit.*) des cristaux maclés parallèlement à a^1 et présentant la forme de la figure 5.

GROUPEMENTS

Les observations précédentes permettent de déchiffrer très rapidement les assemblages de cristaux du Katanga. Supposons quelques cristaux, analogues à ceux de la fig. 3, empilés verticalement, chacun d'eux étant maclé par rapport à h^1 aux deux cristaux qui le comprennent, mais étant joints à eux par le plan a^1. Ces piles de cristaux se groupent alors en rosace autour d'un centre O (fig. 6) de façon à présenter en *a*, *b*, *c*, les faces verticales *m* ; les angles faits entre elles par deux piles adjacentes de cristaux sont d'ailleurs très variables et il ne paraît pas y avoir de loi qui régisse leur jonction ; ces angles peuvent, en effet, se mesurer facilement, au microscope, à l'aide des stries que portent les faces a^1 de chacun des cristaux. Les diverses couches horizontales de la rosace ne sont pas de même grandeur ; leur diamètre va en diminuant, de sorte qu'une section verticale de tout l'assemblage peut être représentée par la figure 7.

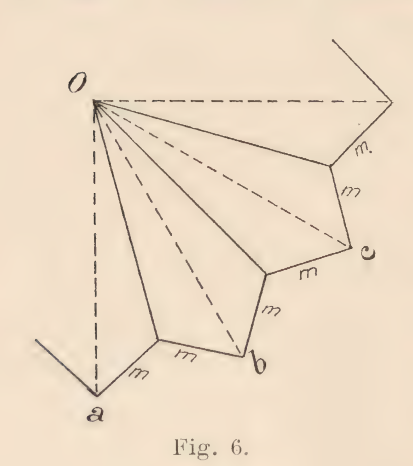


Fig. 6.

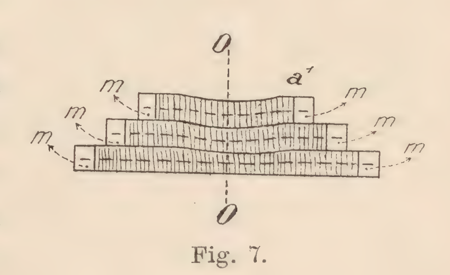


Fig. 7.

Dans ces groupements habituels du Katanga, les rayons de l'assemblage sont parallèles aux droites d'intersection a^1 et g^1 des cristaux, ce qui les distingue des groupements ordinaires de la malachite, où ces rayons sont, au contraire, généralement parallèles aux droites verticales d'intersection des faces h^1 et g^1.

Il arrive parfois aussi que le groupement s'effectue complètement autour du point O de la figure 6, donnant ainsi naissance à des mamelons de malachite sur la surface desquels les faces *m* des cristaux sont bien visibles.

CRISTAUX ACICULAIRES

La malachite cristallisée en aiguilles est rare dans les cristaux du Katanga. On trouve parfois des cristaux analogues à ceux de la figure 4, très allongés verticalement et se terminant par les faces a^1; sur certains d'entre eux, j'ai pu encore effectuer des mesures telles que celles renseignées ci-dessous :

	m m	*p p* (sup).	*p* (sup). *p* (inf.)
Mesurés	76° 2′	56° 13′	123° 17′
Calculés	75° 40′	56° 20′	123° 40′

Lorsque les aiguilles sont très longues et très fines, elles restent maclées par rapport à h^1 mais le plan d'assemblage a^1 ne se présente plus; elles se terminent alors par le clivage *p* qui, en s'effectuant, a sans doute enlevé les faces naturelles a^1. Ces dernières aiguilles peuvent aussi se grouper autour d'un centre ou perpendiculairement à une surface de cristallisation. J'ai même trouvé, dans la mine de Likasi, des *stalactites* de malachite, montrant au microscope, dans une section perpendiculaire à l'axe, un centre formé de cristaux enchevêtrés et entourés de zones concentriques de malachite en aiguilles disposées suivant les rayons de la section et où, en certains points, les traces du clivage se montraient obliques au rayon considéré.

Je mentionnerai aussi des cristaux très allongés et très aplatis que j'ai trouvés à *Kipushi*; le clivage était parallèle à l'allongement et l'examen au microscope, en lumière convergente, montrait que ces cristaux, aplatis parallèlement à *p*, sont allongés parallèlement à la droite *p* g^1.

En résumé, il faut distinguer deux types de cristaux. Le premier type comprend les cristaux aplatis horizontalement, maclés, assemblés parallèlement à h^1 et souvent groupés en rosaces. Le second type comprend les aiguilles, également maclées, mais allongées verticalement et qui se groupent entre elles pour former la structure mamelonnée, habituelle, de la malachite ou pour former les stalactites.

J'ai cru remarquer que ces deux types correspondent à deux époques de cristallisation différentes : la première époque, donnant naissance aux cristaux du premier type, est sans doute contemporaine du dépôt du minéral dans les grès et les schistes qui forment actuellement le minerai; la seconde époque, ayant donné naissance aux cristaux du second type, est postérieure et résulte de la remise en dissolution des carbonates et de leur nouvelle précipitation dans des fissures et cavités de la roche.

Les cristaux de malachite du Katanga sont caractéristiques par leur polychroïsme très net, qui a été décrit par M. Cesàro (*loc. cit.*) et au sujet duquel je renvoie le lecteur à la description faite par ce savant.

CUPRITE

Ce minéral a été trouvé à Kambôve, en masses cristallines d'un beau rouge.

DIOPTASE

Je n'ai trouvé qu'un échantillon de ce minéral, à Kambôve, sur du grès ; il s'est déposé dans trois fissures faisant approximativement entre elles des angles de 60°. Le morceau de grès détaché a la forme d'un prisme triangulaire de 10 centimètres de côté et de 5 centimètres de hauteur ; les trois faces verticales du prisme, correspondant aux fissures du grès, sont recouvertes de petits cristaux de quartz ainsi que de cristaux de dioptase fibro-radiée, longs de 5 à 6 millimètres, et présentant, d'une façon très nette, la forme habituelle $p\ d^1$. Ces cristaux sont accompagnés d'un enduit bleu du même minéral. Cet échantillon est représenté sur la planche I.

Je rappellerai ici que les gisements de dioptase sont très peu nombreux : les steppes Kirghiz, Rezbanya (Hongrie), Mindouli (Congo français) et Clifton (Arizona). Malgré toutes les recherches effectuées, on n'a pas trouvé, au Katanga, d'autre échantillon que celui signalé ici.

CHRYSOCOLE

On trouve à Likasi de beaux spécimens d'un minéral bleu de ciel, à poussière blanche, happant faiblement à la langue, fragile, à cassure esquilleuse et que j'avais rapporté à la chrysocole ; il existe en enduits de 1 à 5 millimètres d'épaisseur sur de la limonite, de la mélaconise ou sur de la malachite mamelonnée (planche II), avec laquelle il alterne souvent et dont il est parfois séparé par de minces pellicules de carbonate calcique. M. van Engelen, professeur à l'Université de Bruxelles, a bien voulu en faire une analyse qui a donné :

$Si\ O^2$	33.05
Cu	34.95
$H^2\ O$	22.92
O et traces de As, Fe, Ca	9.08
	100.00

ce qui répond bien à la formule $Cu\ Si\ O^3 + 2\ H^2O$.

La quantité de silice trouvée correspond à 96.52 °/₀ du silicate de cuivre hydraté et la quantité de cuivre trouvée à 96.78 °/₀ du même silicate. La différence provient surtout d'un peu de carbonate calcique qui n'a pu être enlevé totalement avant l'essai.

La chrysocole de Likasi constitue l'un des types les plus purs que l'on ait trouvés de cette substance.

AZURITE

C'est dans les gisements de Sesa et de Luushia que j'ai trouvé les meilleurs types de ce minéral ; il n'est cependant pas cristallisé ; c'est un enduit bleu, un peu mamelonné. L'analyse a montré qu'il est bien formé de carbonate de cuivre hydraté et sa couleur doit faire rapporter l'échantillon à l'azurite.

CHALCOPYRITE

Très rare dans les gisements du Katanga, ce minéral n'a été trouvé qu'à Luushia, en voie d'altération.

J'ai eu en mains de la chalcopyrite provenant de Kasenga (Haut Luapula) et présentant la combinaison $1/2\, a^1$. $1/2\, A^1$; ces cristaux très petits et très rares, accompagnaient le même minéral en petites masses grenues, disséminées dans une sorte de phonolite très altérée.

DESCRIPTION DE QUELQUES GISEMENTS

Je vais décrire maintenant quelques-uns des gisements de ce vaste district. Je choisirai ceux qui sont les plus importants ou les plus intéressants.

LIKASI

Ce gisement présente, d'une façon très remarquable, l'aspect habituel des gîtes cuprifères de la région, aspect qui est caractérisé, comme je l'ai dit plus haut, par l'absence complète de toute végétation autre que les graminées ; une colline (fig. 8) haute de 70 mètres, ayant la forme grossière d'un triangle dont la hauteur serait approximativement dirigée Nord-Sud, s'élève au centre d'une zône bien circulaire, d'un diamètre de près de 1,000 mètres, ne renfermant ni arbres, ni arbustes ; le pourtour de cette zone est recouvert de *misukus* sur une largeur de 50 mètres, après lesquels s'étend la forêt habituelle de la région ; de plus, vers l'Ouest, cette forêt est interrompue sur une largeur d'une centaine de mètres et il s'est formé une traînée inculte, descendant vers le ruisseau Kabanga suivant la pente par laquelle s'écoulent les eaux qui, dans la saison des pluies, sont tombées sur les roches cuprifères.

Les affleurements visibles sur la colline sont (fig. 8) :

1° En *a b*, une couche d'oligiste métalloïde très pur ;

2° En *c d* du calcaire très altéré ;

3° En *e f* des grès, bien stratifiés, imprégnés de malachite et qui forment une falaise de 10 mètres de hauteur ;

4° En *g h* un quartzite qui contient aussi des imprégnations de carbonates de cuivre, moins régulières que dans les grès précédents, mais le rendant, par endroits, beaucoup plus riche ; aussi les indigènes y avaient-ils creusé des puits et des exca-

vations souvent très profondes, laissant encore voir sur leurs parois la roche, bien minéralisée, mélangée de malachite et de chrysocole.

Telles sont les seules indications fournies par les affleurements. Les travaux

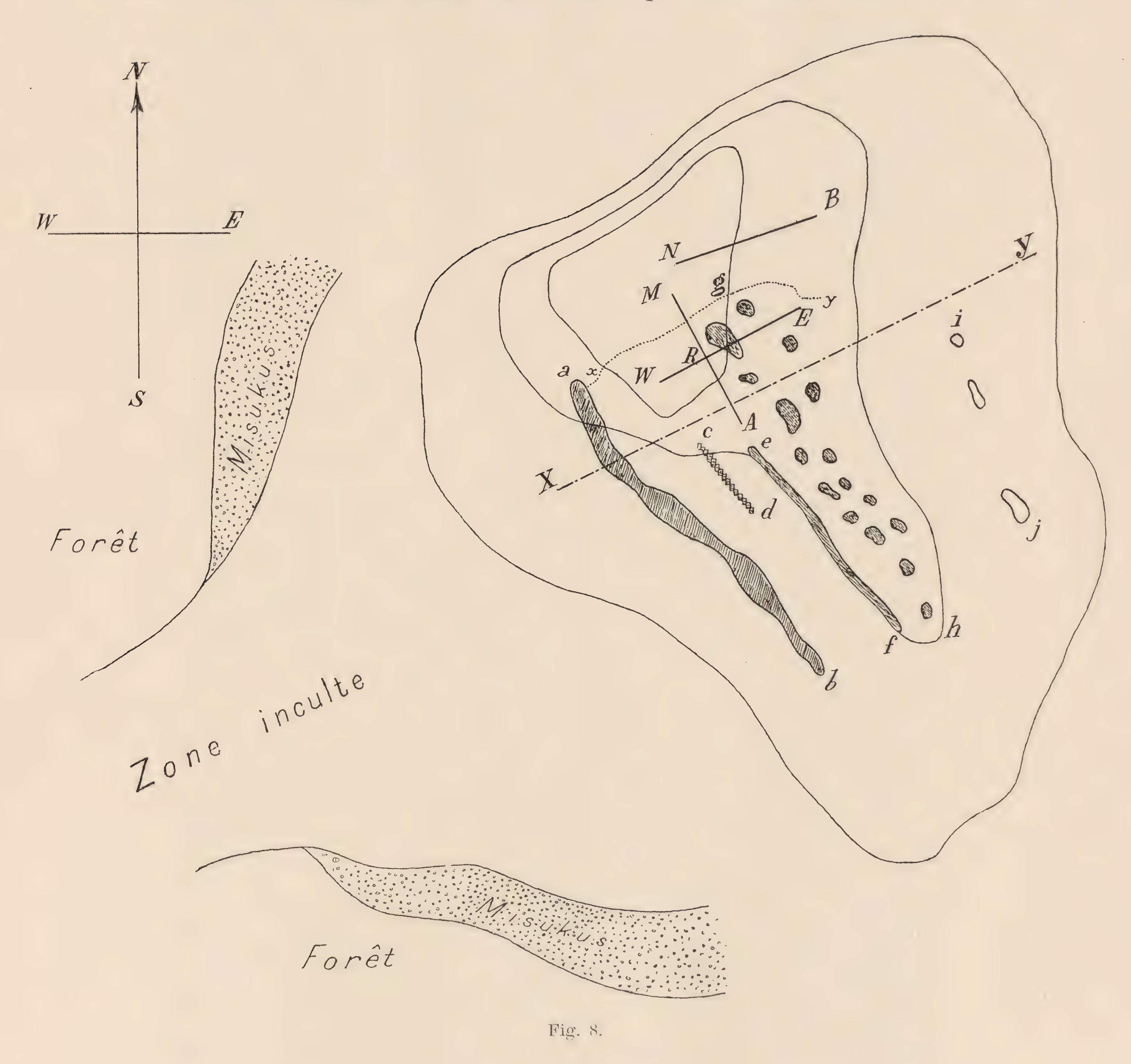


Fig. 8.

effectués dans ce gisement ont précisé la coupe de la colline. Ces travaux consistent en trois galeries horizontales, ouvertes au même niveau, à 30 mètres sous le sommet de la colline :

1° Une galerie AM, ouverte en A, dirigée N. 25°. O, et longue de 103 mètres.

2° Une galerie EW, ouverte en E, longue de 94 mètres, perpendiculaire à la précédente, qu'elle recoupe en R, à 60 mètres du point *A*.

3° Une galerie BN, ouverte en B, longue de 84 mètres.

La galerie AM se trouve dans le minerai jusqu'à 71 m. 30 de l'ouverture A; la galerie EW est tout entière creusée dans les roches minéralisées; les couches traversées par la galerie BN sont, au contraire, stériles. De ces travaux, il suit qu'une coupe faite dans la colline suivant XY, à peu près perpendiculairement à la direction des couches, donnerait de l'Ouest à l'Est (fig. 9) :

1. Oligiste métalloïde.
2. Calcaire, gris, stérile.
3. Grès, visible en *ef* dans les affleurements, remplis de malachite dans tous les joints de stratification et dans toutes les fissures; ils constituent un bon minerai.

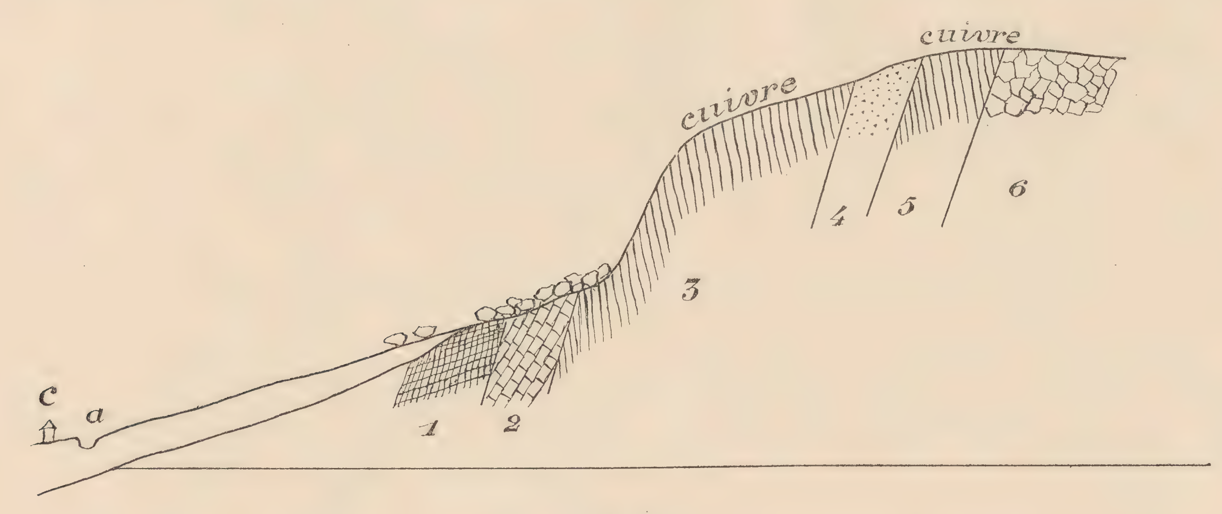


Fig. 9.

4. Roche pulvérulente, noire, formée d'oxyde de cuivre mélangé à des oxydes de fer et de manganèse, parcourue par de très nombreuses veines de malachite mamelonnée, avec chrysocole, qui sont dirigées irrégulièrement et dans tous les sens.
5. Grès analogue au grès n° 3.
6. Grès très dur, que j'ai appelé quartzite dans les affleurements *gh*, renfermant, dans ses nombreuses fissures, de belles veines de malachite; souvent, des cavités de quelques décimètres cubes, existant dans cette roche, sont complètement tapissées de malachite mamelonnée, avec stalactites et stalagmites du même minéral, et forment ainsi, lorsqu'on y enfonce une bougie, de petites grottes vertes d'un effet absolument curieux. Ce quartzite est un excellent minerai.

Vient ensuite une roche brune, compacte, formée surtout de peroxyde de manganèse avec oxydes de fer et de cuivre, traversée par le réseau de malachite dont j'ai parlé précédemment, et suivi d'un grès très dur, non traversé par les travaux, visible aux affleurements en *ij* et dont quelques couches, mais peu épaisses, sont fortement imprégnées de minerai.

La direction de ces roches est, en moyenne, N. 40° O., mais un peu ondulée; elles inclinent au Sud-Ouest de 50° environ.



Tranchée dans la mine de Kolwési.

La teneur moyenne des roches minéralisées décrites ci-dessus est de :

Cuivre	22,16	pour cent.
Or.	0,781	grammes à la tonne.
Argent	31,136	» »

La teneur maximum a été de 49,45 p. c. de cuivre, 2,840 grammes d'argent.

Ces diverses couches se retrouvent dans la galerie BN, où, cependant, elles ne sont plus minéralisées ; de même, les derniers mètres de la galerie AM sont creusés dans des grès talqueux, stériles, mélangés à des couches d'argile. La direction et l'inclinaison de ces couches stériles sont bien les mêmes que celles des couches cuprifères. Une première étude des travaux effectués m'avait fort embarrassé, car je trouvais, dans la galerie RM des couches qui, stratigraphiquement, étaient bien les mêmes que certaines couches de la galerie RE et qui, cependant, ne pouvaient, minéralogiquement, leur être tout d'abord identifiées. Une étude plus attentive m'a permis de reconnaître que ce sont bien, en effet, les mêmes couches qui se retrouvent dans les deux galeries, couches minéralisées dans l'une, stériles dans l'autre ; je suis parvenu à ce résultat en étudiant surtout la structure fondamentale de la roche, abstraction faite des sels de cuivre qu'elle contient, c'est-à-dire en examinant le squelette sur lequel ces sels se sont déposés : c'est l'action de l'influence minéralisatrice qui donne à ces roches des aspects très différents en des points souvent très rapprochés et ce fait se manifeste dans tous les gisements de la région.

La mine de Likasi est intéressante, notamment par les points suivants :

1° Une structure de la malachite et du chrysocole qui montre bien par quel mode de formation le dépôt s'est effectué;

2° La présence de l'argent dans le minerai, à une teneur assez forte;

3° La présence de couches de calcaire et d'oligiste, joignant les couches siliceuses minéralisées;

4° L'interruption presque subite de l'imprégnation cuprifère à peu près suivant la ligne xy de la figure 8.

FUNGURUME

Ces gisements consistent en cinq collines alignées suivant deux directions principales : Est-Ouest et N. 60°. E. Elles sont représentées sur la figure 10.

La rivière *Dipeta*, qui vient de l'Ouest, se détourne assez rapidement de sa direction primitive, pour se diriger vers le Sud, dans la gorge creusée entre les monts Nord et Nord-Ouest, puis, comme il est indiqué sur le croquis, reprend brusquement cette direction primitive, après avoir contourné le mont Ouest. Il est à remarquer que, au Nord des monts Fungurume, on ne voit aucun obstacle qui ait forcé la rivière à prendre ce cours capricieux et qu'il eût même paru plus logique de la voir continuer directement vers l'Est, en MN, au lieu de se creuser une gorge profonde et escarpée dans les monts en question. Les versants nord de ces

collines sont en pente assez douce, tandis que les versants sud sont tous très abrupts, formant même de véritables falaises. Les altitudes au-dessus de la rivière sont indiquées sur la figure 10.

Au sud de la rivière Dipeta, les collines beaucoup moins élevées, elliptiques, arrondies, ont un tout autre facies que celles du gisement.

Les différentes roches visibles dans les affleurements des monts Fungurume sont :

1° Des quartzites blancs, très durs, que l'on trouve surtout au sommet des collines, en blocs parfois énormes, ruiniformes, remplis de nombreuses mais assez petites cavités;

2° Des grès plus ou moins fissiles;

3° Une roche calcareuse, compacte, rouge, renfermant une énorme quantité d'oligiste en très petites paillettes cristallines, disséminées en tous sens; la roche

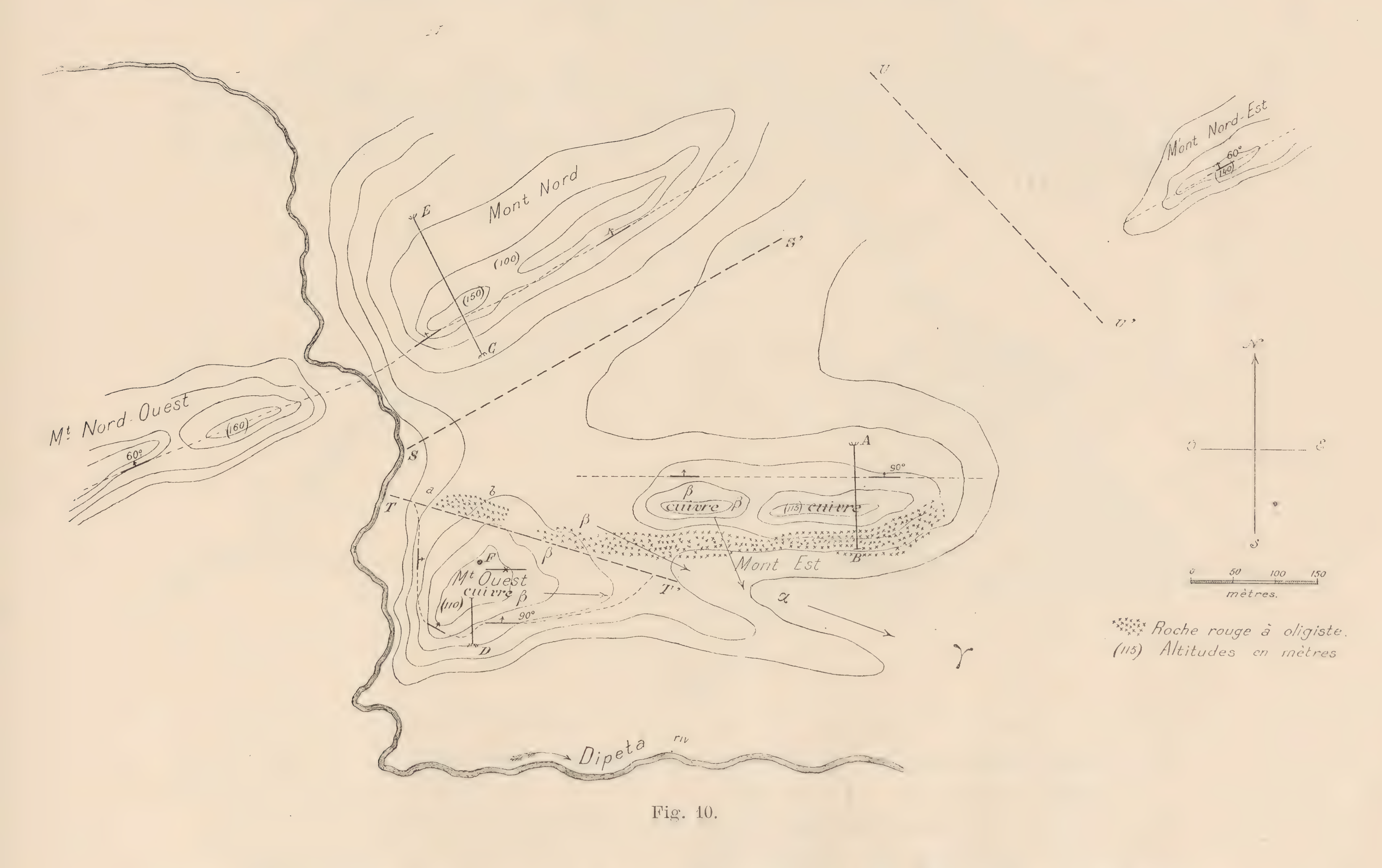


Fig. 10.

contient, d'ailleurs, elle-même une grande quantité d'oxyde ferrique; elle est argileuse; sur le versant Sud du mont Est, elle se présente souvent en blocs arrondis, de plusieurs mètres cubes, amoncelés les uns sur les autres; les eaux y ont parfois creusé de petits tunnels ou arcades.

Les quartzites et la roche oligistifère ne montrent pas de cuivre aux affleurements; les grès sont, au contraire, imprégnés de malachite.

La partie la plus importante est la partie centrale, comprenant les monts Nord, Est et Ouest; on y a effectué des travaux de recherche qui ont permis de dresser les coupes géologiques de leurs sections. Je vais d'abord décrire chacune des collines du Fungurume et je tâcherai ensuite de déterminer les relations qui existent entre elles.

MONT NORD-EST

Les couches, dirigées N. 60° E., inclinent de 30° vers le Nord. On y observe deux systèmes de grès minéralisés, séparés par des quartzites.

MONT NORD

Cette colline, dirigée N. 60° E., s'étend sur 600 mètres de longueur, avec une hauteur de 150 mètres au-dessus de la rivière. Une galerie CE creusée à 50 mètres sous le sommet de la colline, la traverse complètement et donne la coupe suivante (fig. 11) :

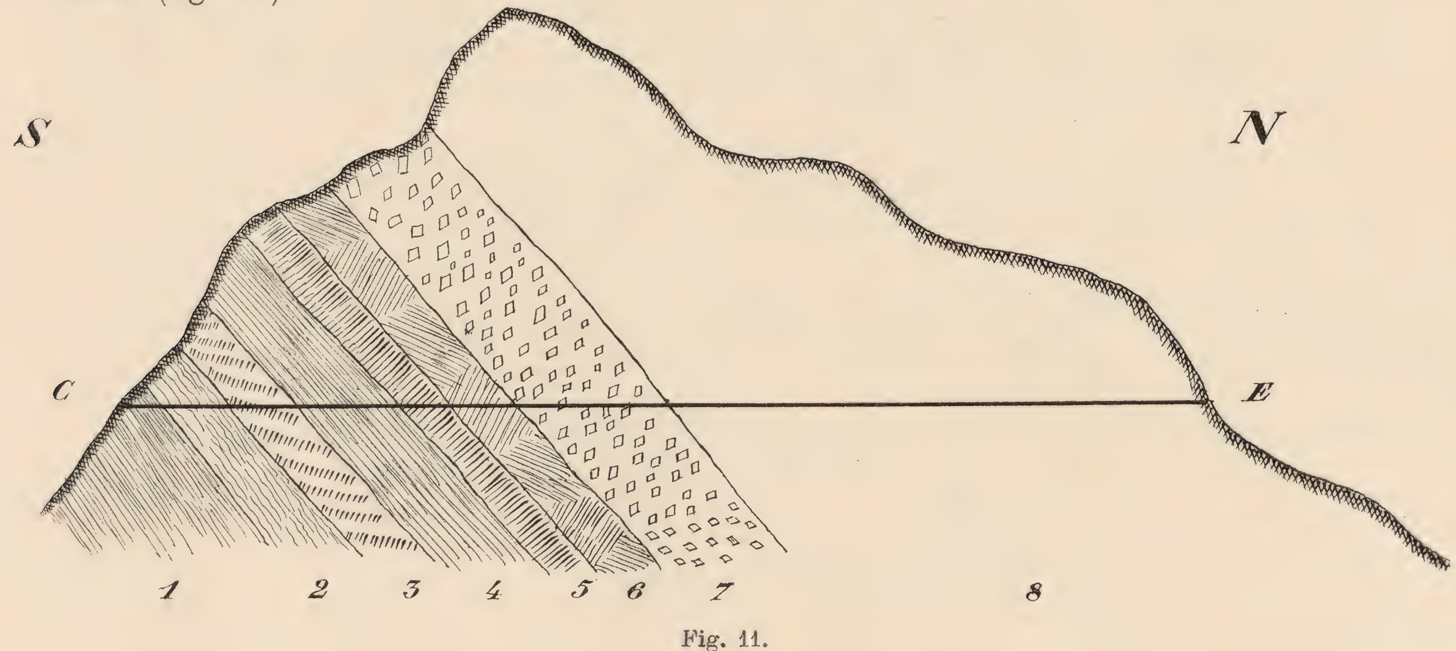


Fig. 11.

1. Argile avec un peu de malachite (épaisseur : 6 m. 30).
2. Argile stérile (ép. : 14 m. 50).
3. Argiles alternant avec des bancs de grès (ép. : 9 m. 15).
4. Grès minéralisé (ép. : 16 m. 60).
5. Argiles et grès alternant, minéralisés (ép. : 8 m. 40).
6. Argiles minéralisées (ép. : 6 m. 30).
7. Quartzites avec feldspaths (ép. : 28 m. 25).
8. Grès divers, stériles (ép. : 94 m. 70).

Longueur totale : 184 m. 20.
Direction des couches : N. 50° E.
Inclinaison : 45° nord.

La roche 7 est très curieuse ; elle est formée de gros cristaux de feldspath (orthose), clivables, roses, ayant plusieurs centimètres cubes de volume, englobés dans une pâte où la loupe montre de minces fibres enchevêtrées de silice qui, à plusieurs centimètres de distance des cristaux de feldspath, se changent en grains de quartz se soudant de plus en plus entre eux et passant ainsi au quartzite. Cette roche se trouve dans tous les gisements voisins du Fungurume. C'est elle qui recouvre les sommets des collines de ces blocs ruiniformes que j'ai déjà cités ; les cavités qui existent dans ces blocs sont dues à la disparition des cristaux d'orthose.

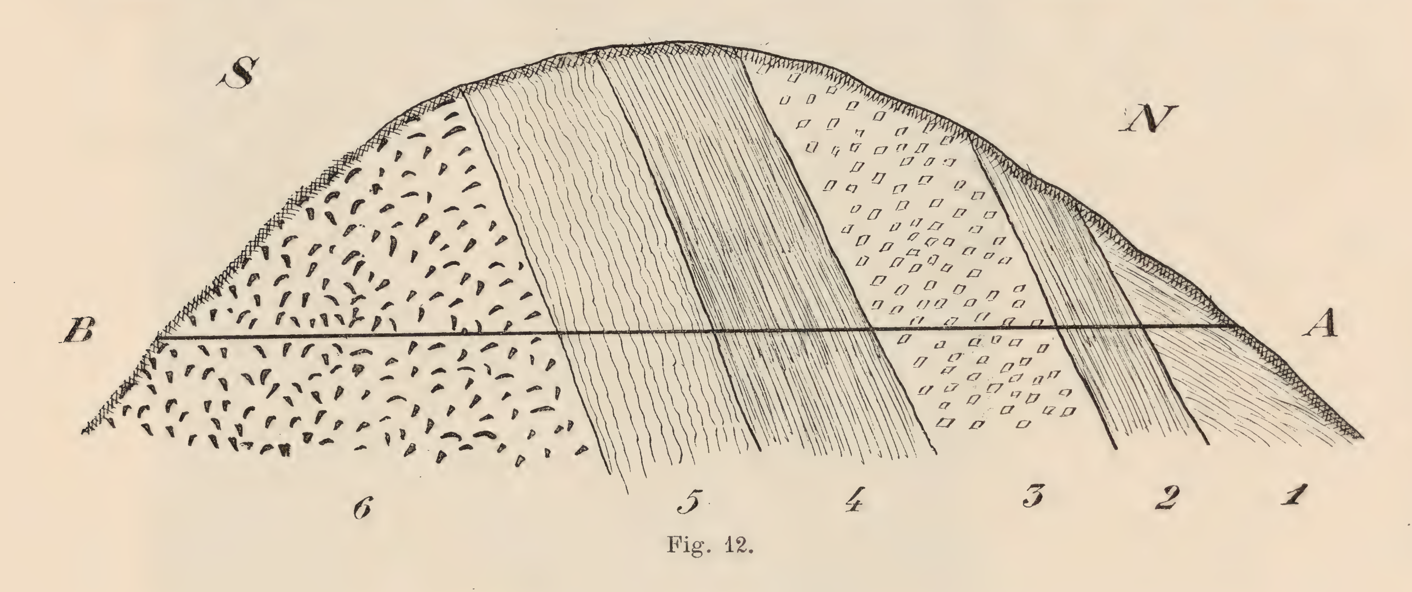


Fig. 12.

MONT NORD-OUEST

Les affleurements montrent les mêmes grès minéralisés séparés par des quartzites.

MONT EST

Cette colline, dirigée Est-Ouest, a 400 mètres de longueur ; une galerie horizontale *AB* la traversant de part en part est creusée à 27 mètres sous le sommet. La coupe est la suivante (fig. 12) :

1. Schistes stériles.
2. Grès minéralisé.
3. Quartzites avec feldspath.
4. Grès minéralisé.
5. Grès stérile.
6. Roche rouge, oligistifère.



Fungurume. — Entrée de galerie.

En se basant sur les affleurements, on peut voir que cette succession de couches reste la même sur toute la longueur du mont. A l'extrémité Ouest de la colline, on ne distingue plus que, par endroits, la roche oligistifère, le reste étant entièrement recouvert de blocs de quartzite.

MONT OUEST

Cette colline a la forme d'un triangle, s'élevant à 100 mètres au-dessus de la vallée de la Dipeta; ses versants sont très escarpés; la partie supérieure est un plateau à peu près horizontal que recouvrent les dalles de grès souvent minéralisés, en couches très faiblement inclinées vers l'Ouest. Au contraire, sur la falaise Ouest, affleurent des couches fortement inclinées vers l'Est, alors que, sur le versant Sud,

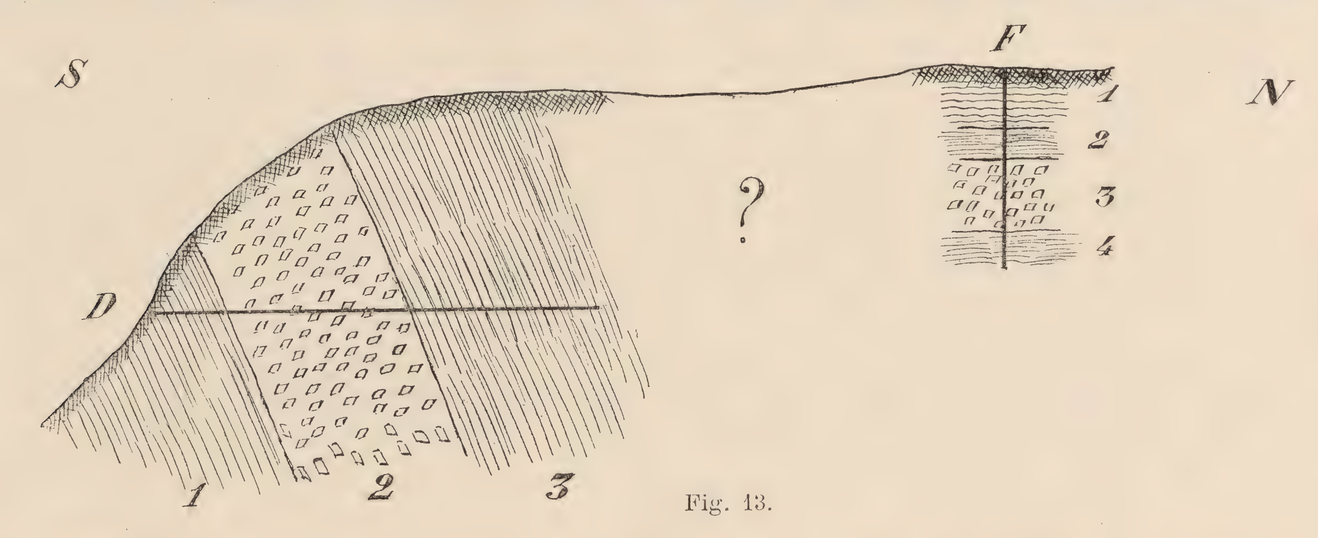


Fig. 13.

ces mêmes couches sont fortement inclinées vers le Nord. La structure de cette colline a donc complètement perdu la régularité de celle des collines précédentes et, malheureusement, les travaux entrepris, non terminés à mon départ, ne me permettent pas de préciser cette allure compliquée. Ces travaux consistent en un puits creusé en *F*, sur le plateau (fig. 10), et en une galerie ouverte en *D*, sur le versant Sud. Voici les roches traversées (fig. 13) :

Galerie D.

1. Grès minéralisé, en bancs alternant avec des couches de sable jaune.
2. Quartzites à feldspaths.
3. Grès minéralisé.

Puits F.

1. Grès stérile.
2. Grès minéralisé.
3. Quartzites à feldspats.
4. Grès minéralisé.

Toutes ces couches sont à peu près horizontales.

CONCLUSIONS

De l'examen de ces coupes et de l'étude des affleurements, nous pouvons déduire les faits suivants :

Il y a, à Fungurume, deux séries de couches, l'une dirigée N. 60° E., l'autre dirigée E.-W. On trouve la première dans les monts Nord-Est, Nord et Nord-Ouest, où elle se succède régulièrement avec, cependant, une légère déviation entre les deux premières collines, due, sans doute, à une faille U U', dessinée par la vallée qui les sépare (fig. 10). La seconde série, dirigée Est-Ouest, est surtout visible dans le mont Est où, sur tout le sommet de la colline, on peut suivre l'affleurement des quartzites à feldspaths, visibles dans la coupe de la galerie, entre deux systèmes de couches de grès minéralisé. Mais le meilleur horizon de cette coupe consiste en la roche rouge à lamelles d'oligiste, si curieuse et si reconnaissable; or, cette roche rouge, on peut la suivre sur tout le versant Sud de la colline; puis on la trouve dans le prolongement de cette colline, dans la gorge qui la sépare du mont Ouest; et enfin, on la revoit, formant ainsi une ligne discontinue, au Nord de ce dernier mont, dans de petites tranchées creusées en *a* et *b* (fig. 10). J'ai donc dessiné sur la figure, la ligne discontinue de cette couche qui se trouve au Sud de la série Est-Ouest et il s'ensuit que cette série doit venir buter contre la série de couches du mont Nord, dont elle est séparée par une faille SS'.

Quant au mont Ouest, si nous observons que, dans la galerie *D*, on trouve des grès minéralisés séparés par une épaisseur de quartzites feldspathiques qui se rapproche de celle des mêmes quartzites séparant les mêmes grès dans le mont Est, il faut en déduire qu'il n'est qu'un lambeau détaché de l'extrémité Ouest de ce dernier mont, lambeau rejeté au Sud-Est et en étant actuellement séparé par une seconde faille TT', suivant laquelle les eaux se sont facilement creusé leur chemin pour descendre de la colline.

L'allure tourmentée des couches de cette colline n'est, sans doute, que le résultat de cet effort, qui s'est manifesté d'abord par un plissement autour d'un axe vertical, de sorte que nous trouvons, sur les flancs de la colline, des couches dirigées d'abord Nord-Sud, puis dans les diverses directions jusque Est-Ouest, et ensuite par un plissement horizontal ayant amené un paquet de roches sur le sommet de la colline.

Je ne veux pas tâcher d'identifier ces couches horizontales du mont Ouest avec l'une ou l'autre des couches redressées que l'on voit sur les flancs, je ne tenterai pas davantage de raccorder les couches du mont Nord avec celles du mont Est. Il ne serait pas difficile, sans doute, de supposer plusieurs systèmes de raccordement en faisant intervenir des plissements et même de nouvelles failles, mais les observations faites sur ces diverses couches ne furent pas poussées assez loin pour permettre semblables hypothèses et ce serait s'aventurer que de prétendre faire dès maintenant l'histoire complète des mouvements qui ont disloqué ces massifs. De nouveaux travaux que la simple détermination de la valeur industrielle du gisement n'imposait pas, seraient nécessaires à cet effet.

Je ferai remarquer que le point de réunion des failles SS' et TT' devait être un point de très faible résistance et là se trouve, sans doute, la raison du passage de la Dipeta entre les monts Nord et Nord-Ouest.

Toutes les roches de la contrée environnante appartiennent au système de la Lufira; ce sont surtout des schistes violets, dont l'allure est, en moyenne, Est-Ouest avec un pendage vers le Nord. Je n'ai pu examiner les relations directes de ces roches avec celles du gisement.

LUUSHIA

L'aspect topographique de ce gisement diffère complètement de celui des autres gîtes du Katanga : Luushia est une plaine, sans le moindre accident de terrain; la partie minéralisée forme un rectangle irrégulier, allongé du Nord au Sud et, alors que le pays environnant est recouvert de l'habituelle forêt-clairière du Katanga, ce losange, d'une superficie de 15 hectares environ, est entièrement dépourvu de végétation.

On peut dire que la loi des dissemblances est bien appliquée à Lusshia; cette surface plane et uniforme qui couvre tout le gisement cache les terrains et les couches les plus dissemblables, tant au point de vue de leur allure que de leur composition. Déjà, une inspection rapide du gisement montre la difficulté de son interprétation; ici, on trouve des couches verticales et, quelques mètres plus loin, ce sont des roches horizontales; là, on trouve des roches dures, disloquées et, à côté, ce qui semble de tranquilles alluvions.

Les travaux permettant d'étudier le gîte sont très nombreux, mais, malheureusement, très peu profonds. Les indigènes ont extrait beaucoup de minerai à

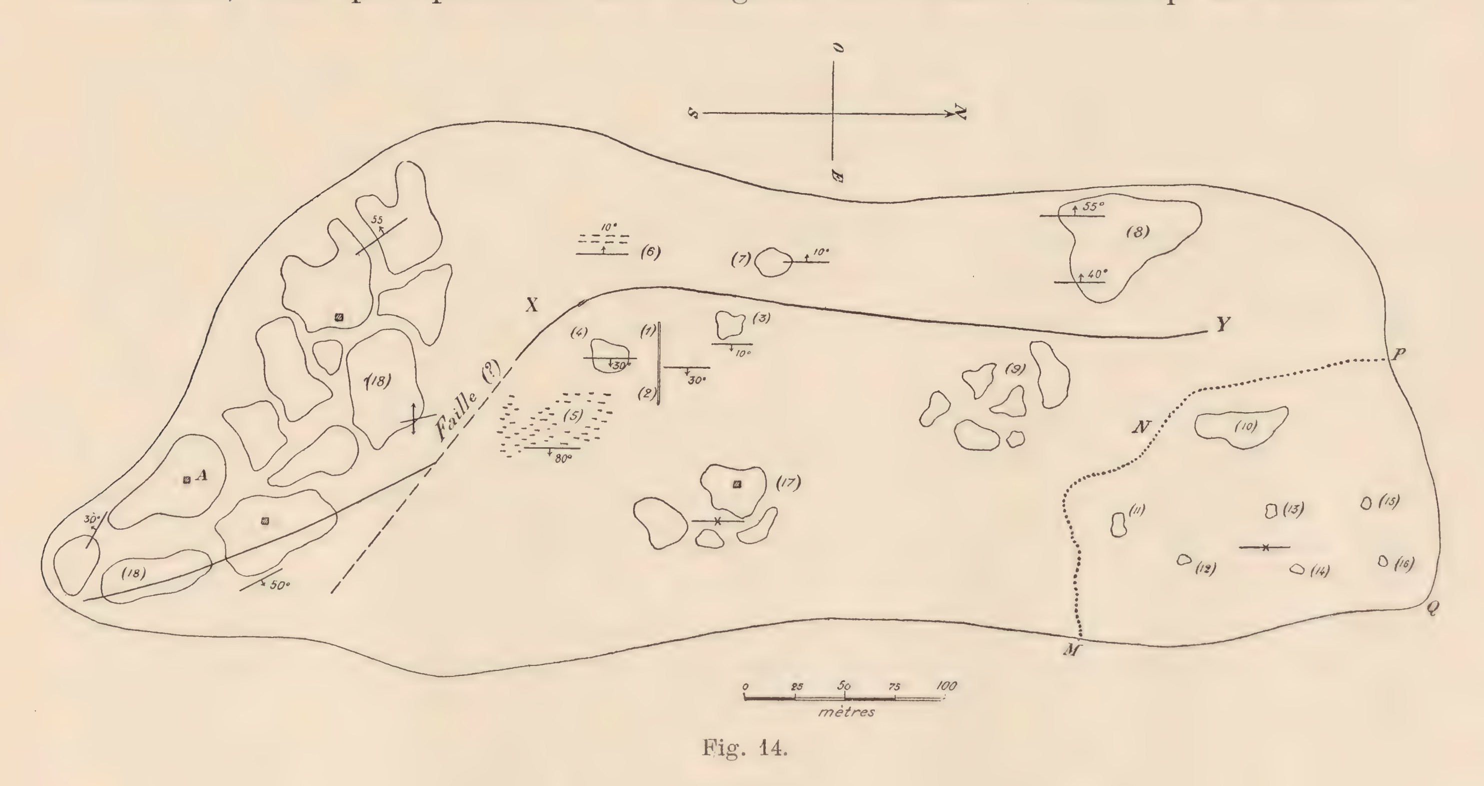


Fig. 14.

Luushia, soit par de larges excavations creusées dans les roches dures du sud du gisement, soit par des puits circulaires, profonds de 2, 3 ou 4 mètres, qu'ils ont pratiqués dans les roches tendres et altérées de la partie Nord.

Je vais exposer toutes les observations que j'ai faites et dans l'ordre même où elles ont été faites. Je les numérote par des chiffres qui indiquent, sur la figure 14, les différents points du gisement auxquels elles se rapportent.

(1) (2). Une tranchée ouverte en ce point et longue de 30 mètres, dirigée Est-Ouest, avec une profondeur maximum de 1 m. 50, montre de (1) vers (2) :

a) Grès blanc, ayant parfois l'aspect du jaspe, sans en avoir la dureté, imprégné de malachite, d'azurite, de chrysocole. Cette couche a une épaisseur de 0 m. 10 seulement.

b) Rognons de malachite et d'azurite, aplatis suivant la stratification et se comprimant ensuite jusqu'à prendre une texture feuilletée.

Ces couches sont dirigées Nord-Sud et inclinent de 30° vers l'Est.

Sur tout le reste de la tranchée, il n'y a plus de stratification visible et les roches changent d'aspect : elles deviennent dures, amygdaloïdes ; la malachite y est souvent cristallisée.

(3) A 20 mètres au Nord de cette tranchée, se trouve un puits indigène, profond de 4 mètres. Les roches y sont dirigées Nord-Sud et inclinent seulement de 10° vers l'Est : j'y ai relevé la succession suivante :

0 m. 10 à 0 m. 30, grès feuilleté imprégné de malachite ;
0 m. 30 à 0 m. 80, argiles stratifiées, jaunes, avec veines de malachite mamelonnée ;
0 m. 80 à 1 m. 90, grès très irrégulièrement imprégné de minerai ;
1 m. 90 à 2 m. 60, grès jaspoïde ;
2 m. 60 à 2 m. 90, argiles stratifiées, jaunes, avec veines de malachite ;
2 m. 90 à 3 m. 10, grès feuilleté ;
3 m. 10 à 4 m. 00, malachite.

(4) Excavation indigène, large de 5 m. 00 et profonde de 4 m. 50, au fond de laquelle se voient des grès tendres, régulièrement imprégnés de malachite, orientés Nord-Sud, inclinés de 30° vers l'Est et surmontés de grès plus durs, ayant la même orientation.

(5) Affleurements des mêmes grès, dirigés Nord-Sud et inclinés vers l'Est.

(6) Affleurements des mêmes grès, dirigés Nord-Sud et inclinés vers l'Ouest.

(7) Le puits indigène, creusé en cet endroit, montre, au fond, 1 mètre d'épaisseur d'argile stratifiée, jaune, contenant de belles veinules et de belles concrétions de malachite pure ; au-dessus vient 1 mètre d'un minerai formé d'un mélange de psilomélane, limonite, malachite et chalcopyrite ; le tout est surmonté de 1 mètre de grès talqueux et un peu micacé, imprégné de malachite. Roches inclinées vers l'Ouest.

(8) Succession de grès blancs, talqueux, parfois très durs, interstratifiés de malachite. Roches dirigées Nord-Sud et plongeant vers l'Ouest de 40° et de 55°.

(9) Les excavations peu profondes, creusées ici, mettent au jour une terre brunâtre, manganésifère, où de rares grains de malachite apparaissent. Je crois que c'est un produit d'altération.

(10) Blocs de grès, avec larges veines de belle calcite spathique, blanche.

(11) (12) (13) (14) (15) et (16). Toute cette partie Nord-Est du gisement, qui, sur tout l'espace *M N P Q* couvre plus de 2 hectares, est criblée de puits, présente une terre d'une couleur rouge vif, due à la présence d'une très forte quantité d'oxyde ferrique; cette terre argileuse surmonte des sables argileux interstratifiés de malachite, des schistes blancs, des argiles avec nodules de psilomélane, toutes couches présentant une faible inclinaison vers le Sud.

Que la terre rouge supérieure soit un produit d'altération sur place, cela me semble prouvé par les deux faits suivants :

1° Dans le puits (15), cette terre rouge contient, vers le bas, de gros cailloux de grès blanc; le même grès se retrouve, plus bas, inaltéré, séparé de la terre rouge par un cailloutis de même nature, en voie de désagrégation;

2° Dans le puits (16), ces couches de grès ont déjà disparu et ne se retrouvent qu'en cailloux très altérés, vers le milieu de la terre rouge, tandis que, vers le bas, on voit des rognons de l'argile sous-jacente, elle-même en voie de désagrégation.

Ce terrain d'altération ne se trouve que dans cette partie Nord-Est du gisement, ce qui est dû, je crois, à ce que, dans le reste du gîte, l'inclinaison des strates, jointe à une nature de roche plus fissurée, facilitait un écoulement plus rapide des eaux, évitant cette altération progressive de haut en bas.

(17) Ces excavations indigènes montrent des couches horizontales, un peu imprégnées de malachite.

(18) Dans les larges excavations creusées au Sud du gisement, on trouve surtout des grès, souvent durs, parfois talqueux, irrégulièrement remplis de malachite. Ces couches sont dirigées N. 10° à 60°. O et inclinées vers l'Est ou vers l'Ouest, comme il est indiqué sur le plan. Observons maintenant qu'au fond d'un puits creusé en A, plus d'un an avant mon arrivée, j'ai vu, à 13 mètres sous le niveau de la plaine, une couche horizontale de malachite dans des grès. Le mauvais état du puits ne m'a pas permis d'autre observation.

De ce qui précède, il résulte que nous pouvons, à Luushia, distinguer quatre types de minerai :

a) Argile jaune, un peu sableuse, dans tous les joints de laquelle la malachite forme des veines peu épaisses qui s'entre-croisent souvent;

b) Grès interstratifié de malachite;

c) Malachite mamelonnée, presque pure, souvent en rognons, parfois mélangée à l'azurite et au chrysocole;

d) Roche formée d'un mélange très dur et très compact de malachite et d'azurite, souvent avec limonite et psilomélane, parfois avec chalcopyrite. Sur certains échantillons on voit très bien la transformation du sulfure de cuivre en limonite et en malachite.

Les analyses du minerai de Luushia ont donné de 5.25 à 33.85 % de cuivre.

En comparant les diverses coupes que j'ai levées, je suis arrivé à la conclusion que ce gisement est formé d'une série de roches formant une voûte, dont l'axe serait à peu près dirigé suivant la ligue XY de la figure 14. Le versant Ouest de

ce synclinal est formé de roches régulièrement inclinées vers l'Ouest, tandis que l'Est est formé de couches devenant rapidement horizontales, ce qui a donné lieu à leur altération progressive beaucoup plus rapide empêchant une identification plus complète. Notons que c'est suivant l'axe de ce synclinal que l'on trouve la chalcopyrite.

KOLWESI

Ce gisement est situé près du confluent de deux ruisseaux, le *Kolwesi* et le *Musonoï;* c'est une colline qui vient se terminer en éperon près de ce confluent. La surface minéralisée se trouve sur le versant Nord de la colline, dont la direction est Est-Ouest.

Une tranchée, profonde de deux à cinq mètres, avait été creusée par les indigènes sur les 400 mètres de longueur du gisement. Tout le long de cette tranchée et des deux côtés se voyaient des grès, plus au moins durs, dirigés N. 75°. E., verticaux ou faiblement inclinés vers le Nord. Ces grès constituaient un minerai d'autant plus beau que la roche était plus dure. Ils s'appuyaient au Sud contre des quart-

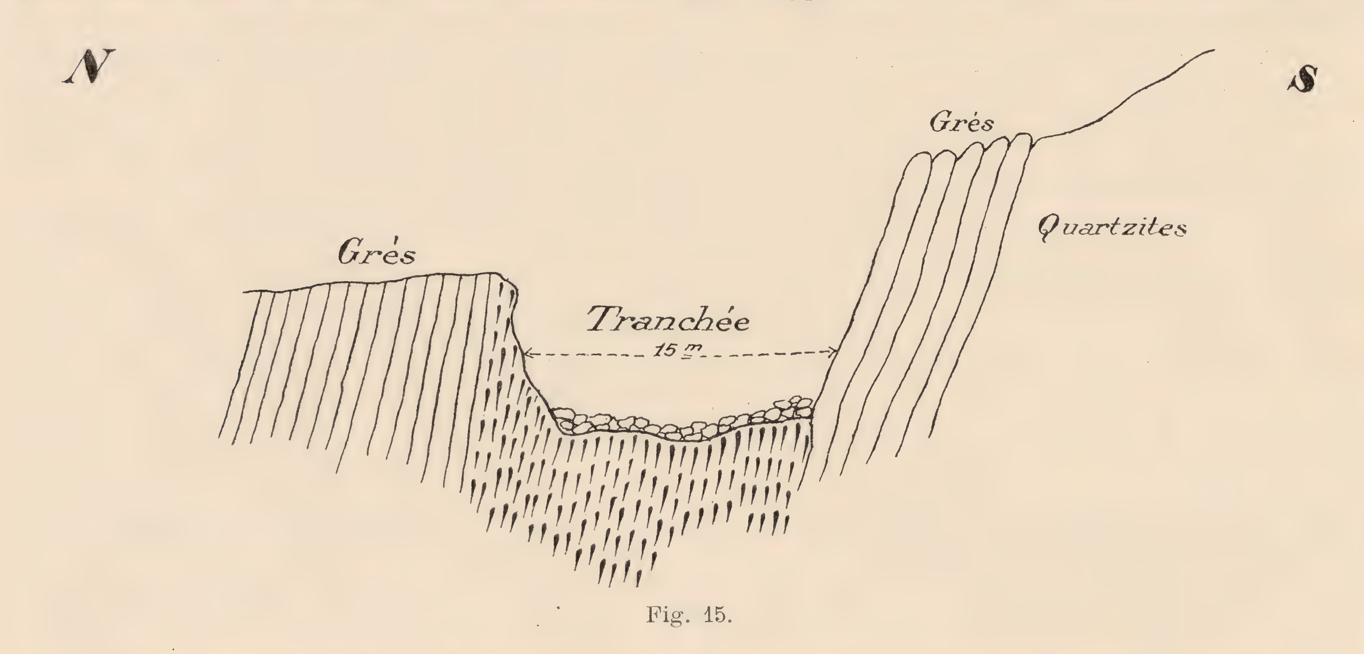


Fig. 15.

zites (fig. 15). Les indigènes avaient aussi extrait du minerai de ces grès ; cependant ils s'étaient surtout attaqués à la partie centrale, parce qu'ils y avaient trouvé une roche beaucoup plus tendre, plus facile à extraire et à travailler.

En examinant cette tranchée, j'ai observé d'abord, vers le haut, des couches bien stratifiées, de même direction que les grès, quoique moins inclinées, des sables compacts, diversement colorés, entre les joints desquels se trouvent, en très grande quantité, des nodules aplatis de malachite pure, de diverses grandeurs, pouvant même atteindre une surface de 2 décimètres carrés. Dans les déblais innombrables qui recouvrent le sol de la tranchée, j'ai trouvé de ces morceaux de malachite, épais de 4 à 5 centimètres; d'aucuns avaient jusqu'à 15 décimètres carrés de surface et, en général, ils pesaient de 4 à 5 kilogrammes. Etudiant ensuite attentivement la couleur de cette malachite, la forme des nodules, leur distribution dans les joints des sables, j'en ai conclu qu'ils existent, en profondeur, à un état plus disséminé. L'exa-

men des parties profondes de la tranchée m'a montré la roche en place, qui est ici un grès très tendre, à stratification bien régulière et parallèle à celle des grès avoisinants, mais beaucoup plus friable. Ce minerai attirait évidemment les indigènes, plus que celui des roches dures et c'est pourquoi ils se sont surtout attaqués à ces couches et y ont creusé la longue tranchée que j'ai indiquée; exploitant surtout la partie supérieure des couches, là où elles sont remplies de malachite en grains et en nodules, ils en remplissaient des paniers qu'ils allaient ensuite laver au ruisseau, de façon à amener un enrichissement du minerai, exactement de la même façon que se pratique le lavage des alluvions aurifères à l'aide du pan américain.

Vers le Sud des quartzites, on a trouvé une couche interstratifiée d'oligiste presque pure.

KAMBOVE

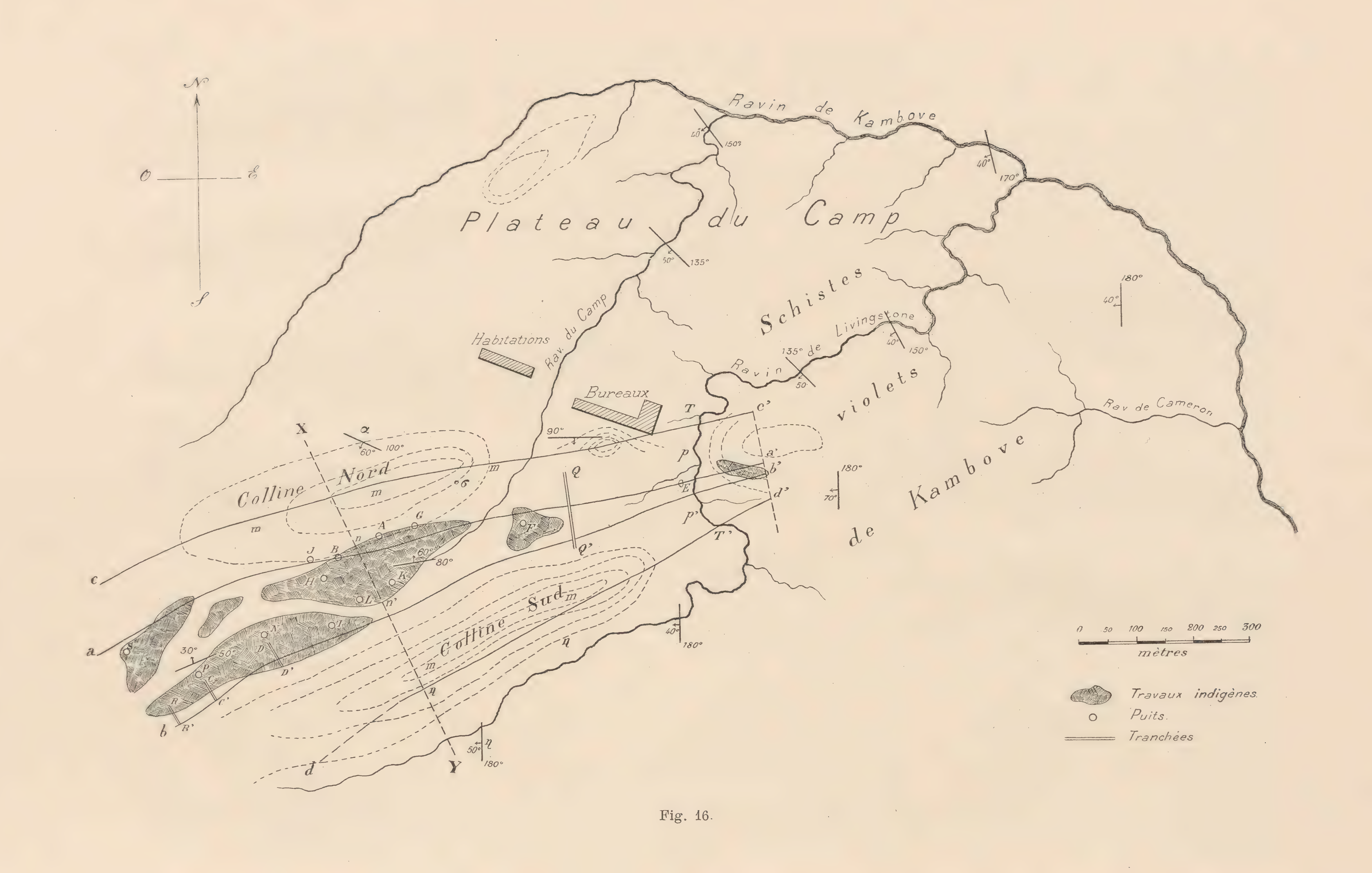
Les nombreux travaux de recherche qui ont été effectués dans cette mine permettent de la décrire plus complètement que les gisements précédents. Cependant, ici aussi, l'importance industrielle remarquable de la seule partie superficielle du dépôt a rendu inutile la poursuite de ces travaux au delà du niveau de 30 mètres sous la surface, de sorte qu'ils n'apportent pas encore de renseignements définitifs quant à son allure en profondeur.

Les affleurements cuprifères de Kambove sont surtout visibles entre deux collines dirigées Est-Ouest, hautes de 60 à 80 mètres et que j'ai appelées collines Nord et Sud (fig 16). Ces affleurements, dans lesquels les indigènes avaient creusé de nombreuses excavations pour retirer le minerai (1), s'étendent suivant une ligne un peu ondulée de l'Ouest à l'Est et leur largeur va aussi en diminuant dans la même direction ; ils sont représentés, sur la figure, par le massif $a\ a'\ b\ b'$; le terrain va également en s'abaissant vers l'Est, où il est brusquement coupé en TT' par le profond ravin de Livingstone. Au Nord du gisement s'étend le plateau du Camp, découpé également par le même ravin et par quelques autres, dans lesquels se trouvaient les alluvions aurifères qui ont été exploitées en partie et que je décris d'autre part.

A l'Ouest du gisement, il se produit une dénivellation de plusieurs mètres (faille), après laquelle disparaissent subitement tous les affleurements de roches cuprifères et autres; le pays est ici recouvert d'un profond manteau de terres altérées, qui cachent complètement les relations des roches cuprifères avec celles de la région.

A l'Est, au contraire, en $a\ b$, on voit les couches minéralisées cesser à peu près subitement pour faire place aux schistes violets, caractéristiques du système de Kambove, schistes que l'on retrouve également au Nord et au Sud de tout le massif minéralisé.

(1) Quelques années avant mon arrivée au Katanga, les indigènes avaient abandonné l'exploitation de ces couches à la suite d'éboulements dans leurs excavations lesquels avaient causé plusieurs morts.



Plateau du Camp
Ravin de Kambove
Schistes violets de Kambove
Ravin de Livingstone
Rav. du Camp
Rav. de Cameron
Habitations
Bureaux
Colline Nord
Colline Sud
0 50 100 150 200 250 300
mètres
Travaux indigènes.
Puits.
Tranchées

Fig. 16.

ÉTUDE DES AFFLEUREMENTS

Dirigeons-nous d'abord du Nord au Sud, en suivant à peu près la ligne XY de la figure 16. En α, sur le flanc de la colline Nord, nous rencontrons les schistes violets de Kambove, dirigés à 100° environ et inclinés vers le Sud de 60°. Le sommet de la colline nous montre en m des affleurements de grès très durs, en blocs irréguliers et où n'est visible aucune stratification: ces grès se retrouvent en n, mais ils commencent ici à devenir un peu imprégnés de carbonates de cuivre. Cependant, ils sont alors séparés des grès précédents, visibles en m, par une roche assez particulière, blanche, très compacte, argileuse, grasse au toucher, qui a été recoupée en σ par une petite galerie pratiquée pour servir de dépôt à dynamite; nous la retrouverons dans les travaux souterrains. Au Sud de ces roches, les couches de grès et de schistes, fortement imprégnées de malachite et dans lesquelles les travaux indigènes avaient surtout été pratiqués, se rencontrent sur une assez forte largeur de n en n; ces couches sont dirigées N. 50° à 90° E et inclinent vers le Nord, d'un angle variable de 30° à 80°. Au Sud de ces affleurements cuprifères, sur le versant de la colline Sud, on ne trouve que des éboulis du haut de la colline qui montre en place un grès très dur, analogue au grès visible en m, et qui vient buter en η contre des schistes de Kambove; seulement, ici, ces schistes sont dirigés Nord-Sud et pendent à l'Ouest.

Dans le ravin de Livingstone, qui recoupe le gisement en TT', les affleurements montrent beaucoup moins que l'on pouvait espérer, à cause des nombreux éboulis qui recouvrent les versants; nous noterons, cependant, que la même roche blanche et grasse est visible en p et p', de part et d'autre des couches cuprifères, qui sont ici très peu épaisses.

Des observations faites en d'autres points montrent les mêmes sortes de roches et il s'ensuit qu'il existe, à Kambove, un massif limité, sur la figure 16, par les lignes $cc'dd'$ massif qui est englobé dans les schistes violets de Kambove. Suivant à peu près l'axe de ce massif, en $aa'bb'$ on trouve les schistes et les grès régulièrement stratifiés, imprégnés de carbonates de cuivre; au Nord et au Sud de ces couches, qui sont dirigées approximativement de l'Ouest à l'Est et inclinent vers le Nord, il existe des grès passant au quartzite et aussi cette roche argileuse spéciale que j'ai signalée aux points σ, p et p' et que nous retrouverons plus loin. La largeur du massif va en diminuant de l'Ouest vers l'Est, où il se termine brusquement.

L'allure des couches violettes du système de Kambove est intéressante; nous avons vu que, contre le bord nord du massif, les couches sont dirigées à 100° et inclinent au Sud; au contraire, contre le bord Sud, elles sont dirigées Nord-Sud et inclinent à l'Ouest et il en est de même contre la bordure orientale du massif cuprifère. Or, comme on peut le voir sur la fig. 9, où j'ai noté quelques observations d'allures, la direction de ces schistes varie insensiblement de 90° à 180°, suivant qu'on les étudie sur le plateau du camp ou dans les gorges qui les découpent. Il y a donc là une structure assez particulière, les couches, dirigées en général à 180°, se courbant sur le bord Nord du massif jusqu'à lui devenir parallèles et formant ainsi une sorte de demi-pli en éventail vertical.

TRAVAUX DE RECHERCHES

On a effectué à Kambove de nombreux travaux de recherche qui peuvent se résumer comme suit :

Douze puits profonds de 11 à 30 mètres, dont les profondeurs additionnées dépassent 290 mètres ;

Des galeries creusées à divers niveaux dans ces puits et dont les longueurs additionnées dépassent 250 mètres ;

Des tranchées d'une longueur totale dépassant 200 mètres.

Je ne décrirai pas toutes les coupes relevées dans ces travaux, je me bornerai à mentionner les faits importants que j'y ai observés.

Au fond des puits *G*, *A* et *B*, les galeries dirigées vers le Sud montrent des grès et des schistes régulièrement imprégnés de minerai et analogues aux roches ordinaires des gisements du Katanga ; ils inclinent vers le Nord et se trouvent sous un quartzite que l'on voit dans les puits mêmes et qui n'est autre que la roche visible en *n* aux affleurements ; il est formé d'une agglomération bréchoïde de blocs

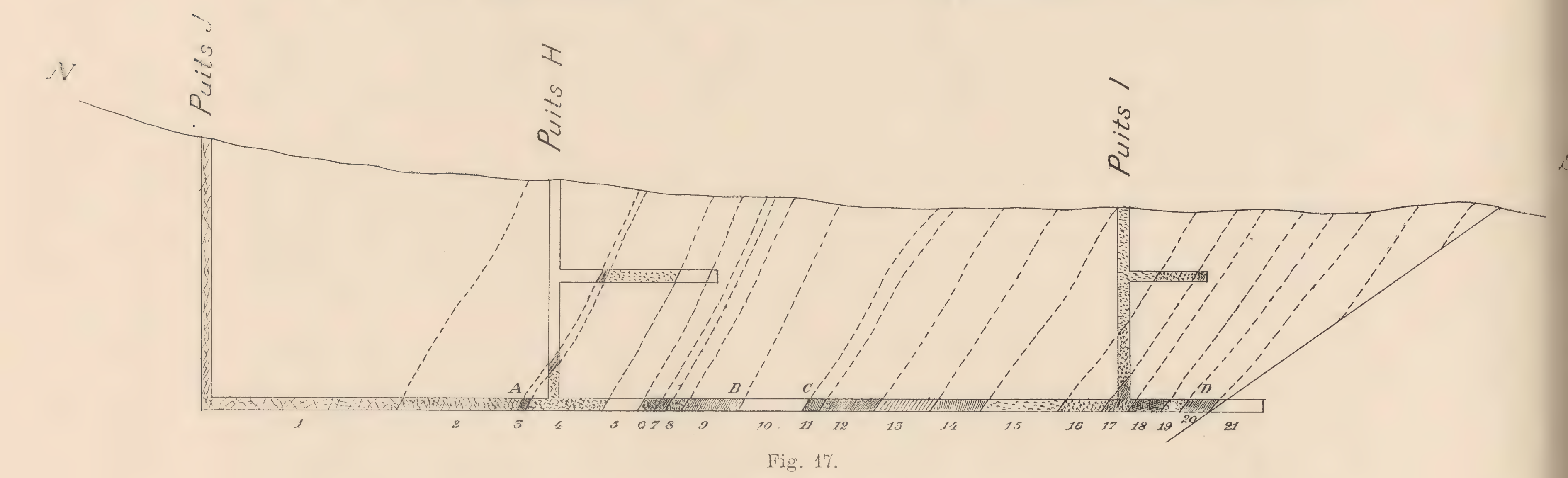


Fig. 17.

encastrés les uns dans les autres ; le cuivre, sous forme de malachite, s'est déposé autour de ces cailloux, les soudant parfois entre eux ; il est à remarquer, cependant, que cette roche devient assez rapidement stérile vers le Nord.

La galerie qui relie à 30 mètres de profondeur les trois puits *H*, *I* et *J* présente une coupe complète du gisement et est donc la plus intéressante ; cette coupe est, du Nord au Sud (fig. 17) :

	Teneur en cuivre.
1. Quartzite bréchoïde avec lits d'argile talqueuse.	stérile
2. Quartzite	1 à 2 p. c.
3. Malachite	50 »
4. Quartzite avec nodules de malachite. . . .	9 à 10 »
5. Grès tendre	7 à 8 »
6. Quartzite	7 »



Mine de Kambove.

		Teneur en cuivre.
7.	Grès argileux	15 p. c.
8.	Quartzite	9 »
9.	Schistes argileux	6 à 7 »
10.	Schistes tendres	stériles
11.	Schistes argileux	5 à 6 »
12.	grès et quartzite	19 à 20 »
13.	grès et quartzite	10 »
14.	grès et quartzite	14 »
15.	quartzites	9 à 10 »
16.	quartzites	12 »
17.	Quartzite avec veines de malachite	12 »
18.	Quartzite avec veines de malachite	4 à 5 »
19.	Quartzite avec veines de malachite	15 »
20.	Argile talqueuse	2 »
21.	Quartzite bréchoïde	stérile

Les roches 1 et 2, 20 et 21 peuvent certainement être identifiées entre elles ; ce sont les mêmes quartzites et aussi la même roche argileuse que j'ai déjà signalées aux affleurements et entre les quartzites analogues de la colline Nord. La couleur de cette roche talqueuse est très variable d'un point à un autre, passant du blanc au grissale, au brun, au rouge ; mais toujours elle se présente avec la même structure, et surtout elle se reconnaît à la présence du talc, en très petites mais très nombreuses écailles qui l'imprègnent en énorme quantité ; elle est souvent parsemée de points noirs dus au manganèse ; très compacte, elle se casse cependant facilement et parfois suivant des plans de fracture très nets qui montrent qu'elle a été soumise à de violents efforts. Une préparation microscopique m'a montré qu'elle possède à peu près une texture d'écoulement ; c'est cette roche que M. Studt appelle *mylonite*, la structure mylonitique étant produite par dynamométamorphisme, (kataklasstructur).

Il est inutile de vouloir identifier complètement les diverses couches de grès et quartzites 4 à 8 et 12 à 19 ; il y a là une impossibilité presque complète due à ce que les sels de cuivre qui les imprègnent leur donnent des aspects absolument différents selon qu'ils ont été plus ou moins fortement le siège de la précipitation des carbonates.

On y remarquera toutefois une symétrie suffisante autour des schistes stériles 11 qui sont eux-mêmes placés entre des schistes argileux cuprifères.

La teneur moyenne des couches AB (fig. 17) est de 10 p. c. de cuivre et celle des couches CD de 11,5 p. c.

La tranchée QQ', ne montre qu'une très faible épaisseur de roche régulièrement imprégnée de malachite, tandis que les couches talqueuses ont pris une très grande extension.

Le puits F est très intéressant, malgré sa faible profondeur ; il est creusé dans des grès assez durs, que je rapporte aux couches 13. Au fond du puits, une galerie de quelques mètres, dirigée Nord-Sud montre la coupe suivante, du Sud au Nord :

1. Roche talqueuse mylonitique	Incl. 60° N.
2. Quartzites	verticaux
3. Grès et schistes imprégnés de malachite . . .	Incl. 80° S.
4. Grès très durs	Incl. 80° S.
5. Roche talqueuse mylonitique	Incl. 70° S.

L'épaisseur totale des couches 2, 3 et 4 ne dépasse pas 5 mètres; il faut, de plus, noter l'inclinaison en sens contraire des couches du Nord de la galerie et de celles du Sud.

CONCLUSIONS

De toutes les observations faites, on peut conclure à la coupe générale N.-S. suivante du gisement :

1. Schistes de Kambove.
2. Quartzites.
3. Roche talqueuse.
4. Quartzites bréchoïdes, comprenant, vers le Sud, une partie assez fortement minéralisée.
5. Grès minéralisés.
6. Schistes minéralisés.
7. Grès minéralisés.
8. Quartzites bréchoïdes comprenant, vers le Nord, une partie assez fortement minéralisée.
9. Roche talqueuse.
10. Quartzites.
11. Schistes de Kambove.

La figure 18 représente (schématiquement) cette coupe.

La première idée qui vient à l'esprit, en voyant la symétrie de cette coupe, est de l'expliquer, soit par un synclinal, soit par un anticlinal. Mais, tout d'abord, il faut observer que l'on ne peut faire, en ce cas, concorder l'allure des couches cupri-



Fig. 18.

fères avec celle des schistes de Kambove du Nord et du Sud; de plus, on ne peut ainsi expliquer la différence d'allure de ces mêmes schistes au Nord et au Sud du massif cuprifère. En réalité, il existe bien une série symétrique, mais cette symétrie doit

s'expliquer par un pli d'un tout autre genre. Supposons une série de couches inclinées d'un angle de 60e vers le Nord; supposons ensuite qu'une poussée venant du Sud-Ouest rejette ces couches vers le Nord-Est, mais que, pour une cause quelconque, par suite de résistances diverses, elles se replient sur elles-mêmes en formant un pli dont l'axe serait à peu près parallèle au pendage des couches ; nous aurons ainsi un massif symétrique analogue à celui de Kambove; rejeté dans les schistes de Kambove, ce massif a subi, sur sa périphérie, un métamorphisme intense qui a changé les grès en quartzites très durs et les schistes les plus extérieurs en cette roche talqueuse que nous avons trouvée de part et d'autre ; au contraire, les couches les plus intérieures ont été mieux protégées contre ces influences du métamorphisme de friction. Ultérieurement, lors de la venue des eaux cuprifères qui ont déposé les sels de cuivre, la roche talqueuse formait une enveloppe imperméable qui forçait le dépôt à ne s'effectuer que dans le centre, notamment dans les schistes fissurés et dans les grès; les quartzites, placés entre ces couches et la roche talqueuse, pouvaient aussi s'imprégner de malachite dans leurs cassures, tandis que les quartzites extérieurs demeuraient en dehors de la zone d'action possible des eaux métallifères. Dans le mouvement de ces roches sur les schistes de Kambove, ceux-ci ont participé aux actions orogéniques et, sur la partie du Nord, au lieu de conserver leur direction Nord-Sud, ont été entraînés et forcés de se rapprocher et même de prendre la direction Est-Ouest, laissant ainsi un témoin du mouvement subi par les couches qui devaient être parcourues ultérieurement par les eaux minéralisatrices. La compression, plus intense à l'Est qu'à l'Ouest, explique également l'allure verticale de la partie orientale du gisement. Je n'ai pu voir le contact du massif métamorphisé avec les schistes de la région dans cette partie Est du gisement, là où devrait se trouver la crête du pli, si je puis employer le mot crête pour un plissement de ce genre. Il est d'ailleurs probable qu'elle n'existe plus et qu'elle est remplacée par une faille telle que *c'a'b'* (fig. 16). Malheureusement, aucune observation n'a été possible de ce côté.

ALLURE DES GITES EN PROFONDEUR

Je me suis borné, dans ce qui précède, à décrire quelques-uns des gisements de cuivre du Katanga et l'on a vu qu'ils se présentent comme dus principalement à une imprégnation de quartzites, de grès, de schistes par des sels carbonatés de cuivre; ces gisements sont tous du même genre : pas de filon, de veine, d'amas proprement dits. Ces couches, comme à Luushia, à Fungurume, à Kambove, ont d'ailleurs pu subir des mouvements tectoniques très importants, avant d'avoir été soumises aux influences minéralisatrices.

Ces gîtes doivent-ils être classés dans les gîtes nettement sédimentaires? Peuvent-ils être comparés, par exemple, aux grès cuprifères de Russie, contenant des minerais oxydés qui forment comme un ciment de la roche arénacée? Je ne le crois pas, car l'examen approfondi, à la loupe et au microscope, du minerai du Katanga m'a montré que les carbonates de cuivre se sont déposés dans les moindres fissures et

joints ; ces fissures et ces joints peuvent, d'ailleurs, être tellement nombreux qu'il faut une très grande attention pour pouvoir différencier d'une cimentation contemporaine ce dépôt postérieur à celui des roches. Mais pour moi, il n'y a aucun doute à ce sujet : le minerai est formé par une roche sédimentaire dont les moindres interstices ont été parcourues par des eaux cuprifères qui y ont déposé leurs sels minéraux ; ce ne sont, en résumé, que les chapeaux oxydés de gîtes sulfurés plus profonds, qui, eux, sont peut-être interstratifiés dans les mêmes couches.

Les chapeaux oxydés sont si nombreux, d'une telle étendue et d'une telle richesse que, pour apprécier la valeur du district minier, il n'a pas été nécessaire de faire des travaux de recherche à grande profondeur. Ces circonstances, éminemment propices, sans doute, au développement d'une industrie minière, n'ont pas favorisé les observations géologiques car dans aucune mine les travaux n'ont complètement traversé le chapeau oxydé et nous n'avons acquis, par suite, aucune donnée précise sur l'allure des gîtes en profondeur.

Notons cependant que la cuprite a été découverte à Kambôve, dans la galerie creusée à 30 mètres de profondeur, au fond des puits *H*, *I* et *J*, et que, à Luushia, on a trouvé de la chalcopyrite.

Mon opinion actuelle est que les carbonates de cuivre feront place, en profondeur, à un sulfure de cuivre tel que la chalcopyrite, ou mieux à un mélange de chalcopyrite, de bornite, d'oligiste et de magnétite, et ce mélange se présentera en filons probablement interstratifiés dans les couches sédimentaires. Si nous supposons, de plus, que ces amas de minéraux sont aurifères et argentifères, comme cela se présente, d'ailleurs, dans de nombreux pays tels que l'Espagne, la Styrie, la Suède, le Colorado, nous pouvons expliquer la présence des métaux précieux dans les minerais oxydés du Katanga actuellement connus. En effet, la simple oxydation de la chalcopyrite donnera de la cuprite, puis de la malachite ; l'oxydation de la magnétite et de la pyrite donnera de l'oligiste et de la limonite, substances que l'on rencontre presque toujours dans les gisements du Katanga ; quant à l'or et à l'argent, ils se retrouveront dans les produits d'oxydation ; le lavage des parties hautes de ces chapeaux oxydés pourra ultérieurement amener, comme à Kambôve, un enrichissement de la teneur en or dans les alluvions produites, alluvions dans lesquelles on a retrouvé également de l'oligiste, de la magnétite et, évidemment, de la malachite.

En ce qui concerne l'âge des dépôts, il résulte des beaux travaux de MM. Cornet et Studt, que les systèmes de *Kabele*, de *Kambôve* et de la *Lufira*, auxquels appartiennent les couches cuprifères du Katanga, dateraient de l'époque dévonienne et de l'époque carbonifère ; les plissements qui les ont affectés se seraient produits à l'époque du Carbonifère moyen et les venues cuprifères dateraient aussi de cette époque et seraient donc contemporaines des plissements hercyniens.

GISEMENTS D'OR

Comparant la géologie du Congo à celle de l'Afrique du Sud, M. Cornet faisait observer, dès l'année 1895 (1), que la limite septentrionale des gisements aurifères se rapprochait de plus en plus des frontières de l'État Indépendant et que, vu l'analogie des terrains, il ne serait pas surprenant que l'on trouvât des gisements aurifères dans le Katanga.

Ces prévisions se sont réalisées et, quoique certes l'on soit encore loin de pouvoir comparer ce pays à d'autres districts aurifères, il n'en est pas moins vrai que le métal précieux a été décelé au Katanga en de nombreux endroits.

Au point de vue géologique, les diverses conditions dans lesquelles se trouve l'or au Katanga sont des plus intéressantes et tout à fait particulières. J'ai déjà traité ce sujet dans des publications antérieures (2), mais les renseignements que j'ai obtenus depuis lors confirment les vues que j'ai exposées et que je résumerai à nouveau ici.

L'or se trouve au Katanga dans quatre sortes de dépôts différents :

1° Dans les couches cuprifères ;

2° Dans des alluvions récentes ;

3° Dans des alluvions anciennes ;

4° En filons.

OR DANS LES MINERAIS DE CUIVRE

Dans presque toutes les roches imprégnées de malachite de la région et qui ont été décrites plus haut, l'analyse a décelé de l'or et de l'argent ; on y a aussi trouvé du cobalt (sans nickel). La quantité d'or par tonne y est cependant toujours faible ; beaucoup d'analyses n'y renseignent que des traces ; la teneur la plus forte y a été de 4 grammes par tonne. L'argent y est plus abondant, atteignant même 72 grammes, avec une teneur moyenne de 42 grammes.

Il ne me semble pas y avoir de relation entre la teneur en cuivre et celle en or ou en argent ; de plus, il est bon d'observer que l'or et l'argent se trouvent dans presque tous les échantillons, quel que soit le niveau où ils furent prélevés.

OR DES ALLUVIONS RÉCENTES

Il existe, principalement dans le Sud du Katanga, une très grande quantité de ruisseaux dont les sables et graviers des lits renferment, çà et là, des paillettes d'or ; je décrirai seulement ceux qui ont mérité une étude plus approfondie et qui se

(1) Consulter notamment l'*Indépendance belge* du 17 février 1895.

(2) *Les dépôts aurifères du Katanga* (*Bull. de la Société belge de Géologie*, t. XVIII, 1904). — *Le gîte auro-platinifère de Ruwe*. Congrès International des mines, etc., Liége, 1905.) — *Quelques faits à propos de la formation des pépites d'or* (*Annales de la Société géologique de Belgique*, t. XXXIII, Mém., p. 53.)

trouvent liés au grand dépôt cuprifère de Kambove que j'ai décrit précédemment.

La figure 16 représente les environs de Kambove. J'ai indiqué la position du gisement de cuivre, formé, comme je l'ai dit plus haut, de couches dirigées, en moyenne, N. 80°. E ; ce sont des grès et des quartzites inclinés vers le Nord. Si nous examinons les roches qui bordent la zone cuprifère au Nord, nous trouvons que la direction est identique sur le bord même de la zone, mais que l'inclinaison y est au contraire de 60° vers le Sud. Ces roches sont des schistes violets du *Système de Kambove* de M. Studt. A l'extrémité Est du gisement de cuivre ainsi que sur le bord Est, on retrouve les mêmes schistes violets, mais dirigés Nord-Sud et inclinés vers l'Ouest ; or, si l'on suit les différents ravins coulant vers le Nord-Est, on s'aperçoit que la direction des schistes, d'abord Est-Ouest près du gisement de cuivre, varie



Exploitation de l'or du ravin de Livingstone.

peu à peu et tourne insensiblement de 90° vers 180°, de sorte que la transition s'effectue parfaitement entre les couches du bord Nord du massif cuprifère et celles des bords Sud et Est. Il y a donc là une structure assez spéciale de la région, qui a servi d'ailleurs à déchiffrer la structure du gîte, comme je l'ai exposé plus haut. Je me bornerai ici à faire seulement observer que la direction générale des ravins est perpendiculaire à la direction des couches, excepté la dernière partie du ravin dit de Kambove, qui récolte tous les autres et coule finalement dans la direction même des roches, vers le Sud.

Les quatre ravins où l'or a été trouvé ont été nommés : Ravin du Camp, Ravin de Livingstone, Ravin de Cameron et Ravin de Kambove. Ce sont de véritables gorges, aux parois presque verticales, atteignant en certains points 60 mètres de profondeur et qui ont découpé le plateau, dit plateau du Camp, lequel s'étend entre le gîte de cuivre et le ravin de Kambove ; ce dernier ravin draine tous les environs de Kambove.

Dans la saison sèche, ces ravins sont à sec et leur lit est formé d'un mélange de cailloux, de sables et d'argiles ; la plus grande quantité des galets et des cailloux est formée d'oligiste pur, métalloïde, en grains cristallins ; la malachite, en grains roulés et en rognons, y existe également en grande quantité.

Lorsque, après avoir enlevé les plus gros cailloux, on lave les sables du fond à l'aide du *pan* américain, on récolte presque toujours de l'or. Comme dans tous les dépôts de ce genre, c'est en lavant les parties inférieures de la couche, en récoltant surtout ce qui remplit les creux et les fissures des roches sous-jacentes, que l'on obtient le plus de pépites ; les plus grosses pesaient 3 et 6 grammes.

Ce n'est pas seulement dans les ravins que l'or a été trouvé. Sur tout le plateau du camp, en dessus des schistes violets indiqués, se trouve un dépôt de lavage de



Essai au *pan* des alluvions aurifères.

plus ou moins grande épaisseur, dans lequel les essais au pan ont aussi montré la présence du métal jaune en grains ou en paillettes ; c'est surtout sur le bord des ravins que ce dépôt est aurifère, là où la pente s'accentue sans cependant être déjà très rapide.

Nous pouvons actuellement rechercher quelle est l'origine de l'or trouvé en ces différents points de Kambove. A cet effet, nous ferons observer que :

1° Tous les ravins affluents de gauche du ravin de Kambove ne contiennent pas d'or ;

2° Que, dans les ravins de Livingstone, on ne trouve pas d'or en amont du point où ce ravin traverse le gisement de cuivre ;

3° Que l'on ne trouve l'or, en dehors des ravins, que sur le plateau du camp, c'est-à-dire en aval du gisement de cuivre ;

4° Que le ravin de Livingstone renferme les plus gros grains et que, plus on s'éloigne du gisement de cuivre en suivant les lits des ravins l'or se trouve en lamelles et paillettes d'autant plus fines.

Ces faits suffisent bien, je pense, à faire admettre que l'or, en position première, se trouvait là où existe actuellement le gisement de cuivre. Je suis d'ailleurs, en cela, d'accord avec les ingénieurs de la Tanganyika Concessions Ltd. et notamment avec M. F.-E. Studt. Mais nos opinions diffèrent en ce qui concerne l'état primordial de l'or. Pour M. Studt, l'or alluvial de Kambove est le résultat du lavage de roches aurifères, actuellement disparues, qui se trouvaient approximativement au même endroit que les couches cuprifères actuelles; le lavage de ces roches aurait formé un vaste dépôt sur le plateau du camp et aurait disparu dans la suite. Mon opinion, au contraire, est que les dépôts aurifères des ravins et du plateau sont le simple résultat du lavage des parties supérieures des couches cuprifères qui, ainsi que je l'ai dit plus haut, contiennent de l'or, soit en traces, soit à une teneur allant jusque 3 grammes à la tonne.

Je ferai, en effet, observer d'abord que la malachite se trouve en grande quantité dans les graviers aurifères des ravins; à tel point que, lors d'un lavage au pan, lorsque les parties légères étant éliminées, il reste dans l'instrument beaucoup de malachite avec l'oligiste, on peut être certain que l'or apparaîtra aussi à la fin de l'opération.

J'ajouterai encore que, dans l'interprétation d'observations géologiques, il est préférable de ne rien compliquer. Or, vu que les minerais de cuivre actuels contiennent de l'or, il est nécessaire, dans l'explication de M. Studt, de faire intervenir, après la venue aurifère ayant donné les premières roches inconnues, une seconde venue aurifère ayant accompagné le cuivre.

Me basant sur les faits précédents et observant que les analyses des grès et schistes cuprifères du gisement de Kambove décèlent toutes de l'or, soit en traces, soit à une teneur de 1, 2 et même 3 grammes à la tonne, je me crois en droit de conclure que l'or des ravins provient du gisement de cuivre.

Seulement, comme ce gisement de cuivre n'a jamais montré le métal jaune en pépites ou même en paillettes, il s'ensuit également que les grains en pépites d'or des ravins ont dû se former au cours même de la destruction des parties supérieures du gisement.

Je ne me dissimule pas la grande objection que l'on peut faire à cette théorie : comment l'or, qui existe invisible dans les roches cuprifères, se trouve-t-il en pépites dans les ravins, et en pépites d'autant plus grosses qu'on les trouve près du gisement de cuivre? Mais je ne crois pas cette objection plus forte que celle que l'étude des conglomérats du Transvaal, par exemple, produit contre chacune des théories émises pour expliquer leur origine. En fait, nous ignorons encore bien des choses dans l'histoire chimique des gîtes métallifères; comment expliquer, notamment, la concentration de l'or en pépites dans les parties supérieures des quartz aurifères où le métal précieux est, en profondeur, parfaitement visible? Et ne puis-je pas dire que les alluvions de Kambove résultent du lavage des parties les plus hautes du gisement de cuivre, parties aujourd'hui disparues et dans lesquelles l'or était concentré en pépites et en veinules? Dans son *Traité de Géologie* (4[e] éd., p. 1742), M. de Lapparent dit à propos des alluvions de Californie :

« On remarque qu'un filon quartzeux n'a jamais fourni de fragments d'or aussi

gros qne les pépites obtenues par le lavage des placers, ce qui donne à penser que les têtes des filons, détruites par les anciennes érosions, devaient être sensiblement plus riches en or que les parties inférieures. »

Cette explication me suffirait donc si d'autres faits ne me portaient à croire à des réactions et à des concentrations modernes, et ne me faisaient admettre aussi un accroissement en volume de ces pépites pendant le phénomène de destruction des têtes de filons et pendant la formation des alluvions. Je vais jusqu'à penser que cette modification dans le volume des pépites peut se faire *très rapidement*, car je ne puis m'expliquer autrement les observations que j'ai relevées à Fungurume et à Likasi.

Le gisement de Likasi est formé d'une colline de 70 mètres de hauteur s'allongeant du Nord-Ouest au Sud-Est, suivant la direction des couches qui la composent. Ces couches sont, du Sud-Ouest au Nord-Est (fig. 9, p. 30) :

1) Oligiste;
2) Calcaire gris;
3) Grès cuprifères;
4) Oxydes noirs de cuivre et malachite;
5) Grès cuprifère;
6) Quartzites.

Ces quartzites affleurent sur les points les plus élevés de la colline, de sorte que les eaux pluviales qui tombent sur ce versant Sud-Ouest ne peuvent, en descendant vers le ruisseau *Kabanga* qui les récolte, laver que ces seules couches, comme le montre la figure 9.

Or, un peu en aval de la couche d'oligiste, le prospecteur qui dirigeait les travaux miniers pour l'étude du gisement de cuivre, avait établi son camp en *c* et, pour empêcher les eaux pluviales d'inonder ce camp, il avait creusé en *a* une rigole de 50 centimètres de profondeur, dans laquelle, après une de ces pluies tropicales qui ne durent que deux ou trois heures mais qui déversent des quantités d'eau souvent énormes, il trouvait un agglomérat de cailloux de toute espèce, provenant des couches décrites ci-dessus, mélange d'oligiste, de malachite, de quartz, etc. En lavant ce dépôt au pan, il récoltait aussi des paillettes d'or.

On fit donc des recherches dans toutes les couches sur lesquelles avait passé cette eau qui déposait de l'or en paillettes et on ne put cependant déceler la présence du métal précieux que dans les couches cuprifères (3), (4) et (5), où jamais on ne trouva de paillettes visibles et où l'analyse chimique seule permit d'en constater des traces.

J'ai suivi ces recherches avec soin; j'ai prélevé des échantillons en de nombreux points de la colline; j'ai fait, au pan, des essais de tous genres et jamais je n'ai pu constater de l'or visible dans les couches *in situ*. Je suis absolument persuadé que cet or, trouvé en paillettes dans les dépôts formés par les pluies, provient des couches cuprifères de la colline, où il n'existe cependant qu'en particules microscopiques.

Un fait analogue, mais plus caractérisque encore, a pu être observé à Fungurume, gisement de cuivre très important de la région et dont j'ai également décrit lastructure assez complexe.

A l'époque de notre premier séjour à Fungurume, en octobre 1902, M. Sandham, qui commençait les travaux d'étude du gisement trouva, après une pluie de quelques heures, dans un gravier formé de cailloux divers et déposé au point x (fig. 10, p. 33), des pépites d'or dont plusieurs pesaient 2 et 3 grammes.

Quatre lavages au pan donnèrent 15 grammes d'or en paillettes et en pépites. Ce gravier provenait des différents débris de roches entraînés par les eaux des points β vers α et γ et se composait de divers éléments : quartz, oligiste et malachite, dont les roches affleurant en β sont composées. D'ailleurs, des recherches furent entreprises de tous côtés sur le gisement de cuivre et aux alentours du gisement, aussi bien dans les roches en place que dans les formations superficielles d'altération qui, dans ce pays, atteignent parfois 25 mètres de profondeur. Le résultat de ces recherches fut le même qu'à Likasi : dans les roches cuprifères seules, la présence de l'or a pu être décelée et, ici aussi, à une teneur très faible, et jamais en particules visibles.

Je suis persuadé que les pépites d'or trouvées à Fungurume se sont formées aux dépens de l'or contenu microscopiquement dans les couches cuprifères du gisement, et au cours même du transport des débris de ces roches par les eaux pluviales.

A Fungurume et à Likasi, la topographie de la contrée n'a pas permis la concentration de ces grains d'or en formations alluviales exploitables; au contraire, le ruissellement des eaux sur les versants du dôme dont la colline de Likasi surplombe le sommet devait hâter la dissémination des parcelles d'or ainsi formées. A Fungurume, ces pépites étaient entraînées vers la rivière Dipeta et de là vers la Dikuluwe, dont le cours important et le régime très variable amenaient également, sans doute, l'éparpillement de cette précieuse substance.

La disposition, à Kambove, de ravins très encaissés, à pentes très variables, creusés dans des schistes permettant la formation de cavités et de poches, a été la cause de la concentration, sur quelques kilomètres, des pépites formées aux dépens du gisement de cuivre.

Je suis convaincu que la présence reconnue de l'or dans de nombreux ruisseaux et rivières du Katanga est due à un phénomène analogue qui s'est passé et se continue encore dans les parties superficielles des gisements de cuivre faiblement aurifères de la région.

Toutefois je suis loin de généraliser cette conclusion et d'attribuer à cette seule origine tout l'or rencontré dans la région; la présence de filons quartzeux aurifères, déjà prouvée, comme on le verra plus loin, a dû aussi contribuer à cette dissémination du métal précieux.

OR DES ALLUVIONS ANCIENNES

Nous allons retrouver le même phénomène de la formation éluviale de pépites aux dépens de l'or contenu à l'état microscopique, ou en très petites particules, dans une roche sédimentaire. Le gîte de Ruwe, que nous avons à décrire, présente d'ailleurs des conditions de dépôt toutes particulières qui en font un type encore

unique dans l'histoire des gîtes métallifères. C'est également le premier gisement où le platine ait été rencontré en Afrique (1).

Le gisement de Ruwe est situé par 23° 34′ de longitude Est de Greenwich et 10° 37′ de latitude Sud, près de la source du ruisseau Kurumashiwa, affluent du Lualaba. Toutes les roches qui forment les collines avoisinant le gisement sont des grès et des quartzites inclinant vers le Nord d'un angle variable. Quelques imprégnations de cuivre se remarquent dans les couches de deux collines avoisinantes.

Le première découverte du gisement a été faite à l'aide du pan, en expérimentant sur les divers débris qui s'étendent près de la source. En remontant de place en place vers la colline, on reconnut que les diverses roches affleurant sur le versant

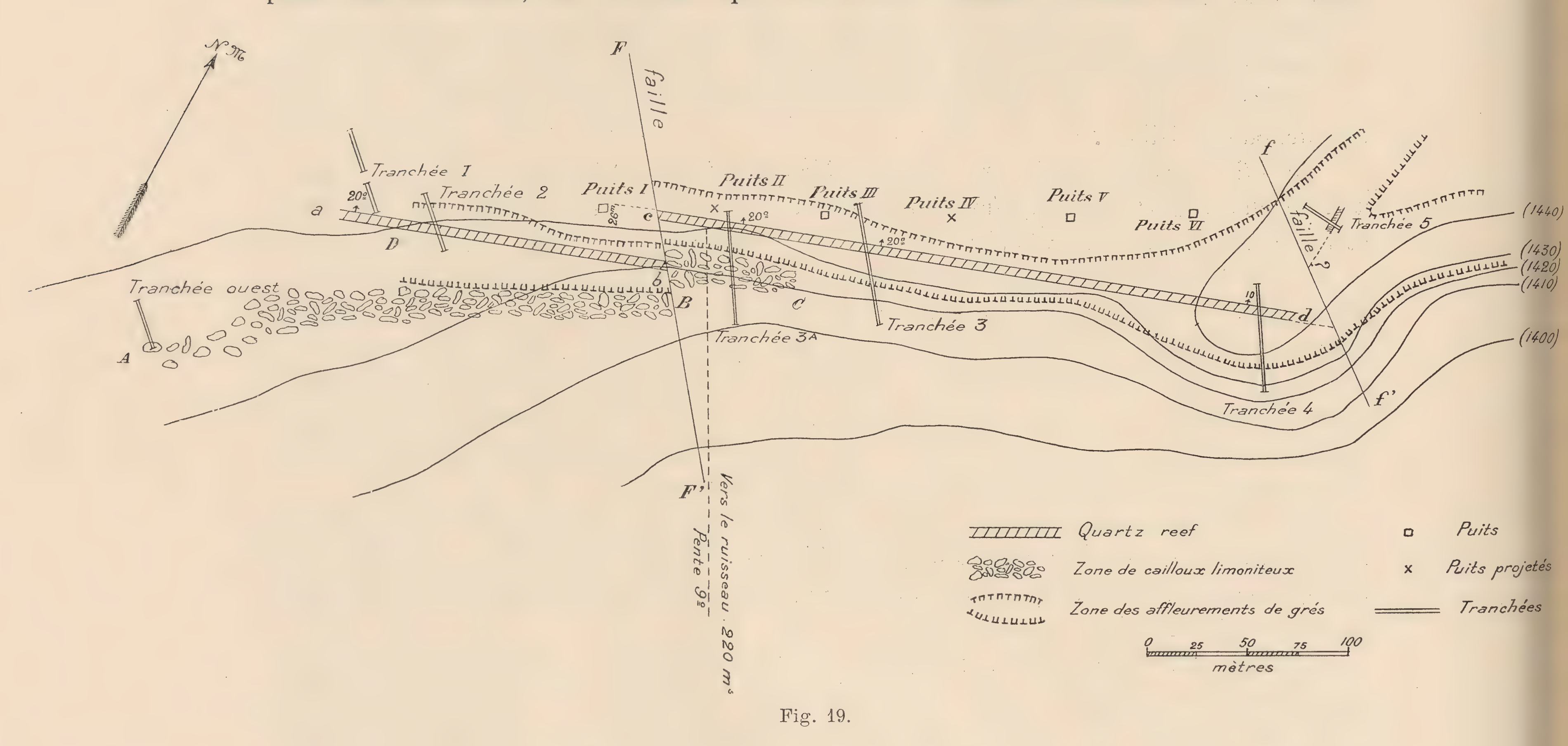


Fig. 19.

Sud du mont Ruwe donnaient plus d'or que les débris de la vallée, et finalement on fit des analyses chimiques de divers échantillons prélevés dans ces roches, analyses qui autorisèrent des travaux de recherche plus importants.

La figure 19 montre l'allure de la colline, dont la pente la plus forte est au Sud-Est. Les courbes de niveau, d'abord assez écartées, se rapprochent vers le Nord-Est et la colline, dans cette direction, devient de plus en plus abrupte. La partie supérieure a plutôt la forme d'un plateau, dont l'altitude va s'abaissant insensiblement vers le Nord-Ouest, sur une distance de 1,000 mètres, après laquelle un ravin vient le couper brusquement.

C'est sur le versant faisant face au ruisseau que l'on a étudié jusqu'ici les

(1) Voir à ce sujet : *Les Richesses minérales de l'Afrique*, par L. de Launay, 1903, page 114.

roches aurifères. Contrairement aux gisements de cuivre de la région, la colline de Ruwe est complètement boisée et rien n'y attire l'attention du prospecteur,

Deux sortes d'affleurements caractérisent ce dépôt :

1° En *A B C*, sur une largeur moyenne de 20 mètres et une longueur totale de 320 mètres, on trouve de nombreux cailloux arrondis, lourds, semblables à de la limonite ;

2° En *D*, commence, pour se continuer vers le Nord-Est, tout le long de la colline, une agglomération de blocs de grès désagrégés et perforés de nombreuses cavités, sur une largeur variant de 40 à 50 mètres dans la partie qui nous intéresse.

Ces deux affleurements, si différents d'aspect, font présager que, à côté des bancs de grès, on trouvera au Sud, et parallèlement, des bancs où le fer prédominera dans la composition de la roche.

Lorsqu'on suit ces affleurements suivant leur longueur, on est, au point *B*, brusquement arrêté et l'on voit les cailloux de grès rejetés vers le Nord : il y a là une faille *FF*, dirigée à peu près N. 40°. O et le rejet occasionné est, en plan horizontal, d'environ 25 mètres.

Les diverses roches des affleurements ont donné de l'or, de même que les terrains qui les recouvrent et qui, jusqu'à des profondeurs variant de quelques centimètres à 10 mètres, ne constituent, d'ailleurs, que le résidu de l'altération et du

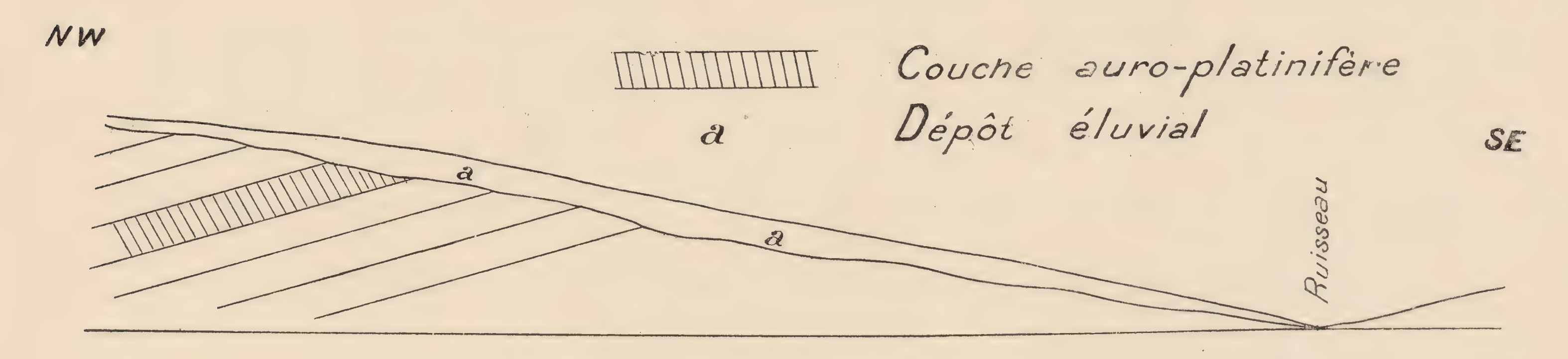


Fig. 20.

lavage des roches formant le sous-sol de la colline. On y trouve des blocs de tous les bancs inférieurs, entremêlés dans une argile sableuse, le plus souvent jaunâtre. Ce terrain, que j'appellerai terrain d'altération, et que je désigne par la lettre *a* dans la coupe de la figure 20, fait l'objet de l'exploitation actuelle ; il renferme l'or en pépites pesant de 1 à 5 grammes, mais pouvant atteindre 200 et 300 grammes.

De très nombreuses tranchées, longues de 3 à 20 mètres, profondes de 1 à 10 mètres, ont constitué les premiers travaux de recherches : quelques-unes d'entre elles sont indiquées sur la figure 19. Elles ont mis au jour, sous les terrains d'altération, une série de roches dirigées N.-E.—S.-W, et inclinées de 20° vers le Nord.

Deux des bancs ainsi découverts sont plus reconnaissables que les autres : le premier est un grès cristallin, vitreux, carié; l'autre est un conglomérat limoniteux; les autres roches sont plus difficiles à identifier.

L'étude que j'avais faite sur place en 1903 m'avait conduit à établir la succession de couches suivante, de haut en bas :

7*b*) Grès compact, gris, dur ;
7*a*) Grès stratifié, clivable, gris ;
6) Grès friable à éclat gras ;
5) Grès cristallin, vitreux, carié ;
4*c*) Grès clivable parsemé de taches noires ;
4*b*) Grès zoné ;
4*a*) Grès rougeâtre ;
3) Grès très friable, blanc ;
2) Grès compact ;
1) Conglomérat limoniteux.

Toutes les couches 1 à 6, essayées près des affleurements, contenaient de l'or ; mais cet or se présentait rarement en pépites ; le plus souvent, il ne laissait, au pan, que de minces paillettes mélangées à d'autres parcelles qui ont été reconnues être du platine. La moyenne de nombreuses analyses faites sur des échantillons prélevés dans ces couches avait donné, en grammes, à la tonne métrique :

Or : 12.287 Platine : 3.428 Argent : 8.266

L'étude du gisement a été continuée depuis ; on a creusé huit puits qui ont été descendus à des profondeurs variables de 20 à 30 mètres et au fond desquels une série de galeries, travers bancs et directions, ont atteint un développement total de plus de 600 mètres. Les diverses couches renseignées ci-dessus ont été retrouvées, toutes s'inclinant vers le Nord-Ouest d'un angle de 30° et tendant ensuite à devenir horizontales.

Quelques-unes des couches méritent une description plus détaillée.

Roche 5.

Cette roche est un grès présentant, avec certains caractères constants, quelques caractères variables d'un endroit à l'autre ; mais cette différence est due, à mon avis, au plus ou moins grand degré d'altération que ce grès a subi. Il est formé de grains de quartz roulés et de grains de quartz cristallins ; parfois, mais rarement, de petites géodes sont tapissées de cristaux du même minéral. Il est parsemé de nombreuses cavités souvent recouvertes d'un enduit jaunâtre. Examiné à la loupe, il présente, par places petites mais nombreuses, un éclat gras, bleuâtre. Quoique ce grès comprenne, sous forme de cailloux, des parties assez dures, il est en général très friable. Dans les endroits où il subi le plus d'altération il prend une teinte rougeâtre que sa poussière a toujours.

Roche 4 b.

Ce grès est clivable sur de très minces épaisseurs. Il est assez dur en certains endroits et souvent aussi très fragile, mais sa structure est cependant toujours la

même : superposition de lits de quartz vitreux enchevêtrés dans des lits granuleux. Il est blanc. Au pan, il m'a donné de l'or en paillettes et, fait curieux, quelques globules d'or, absolument sphériques, de moins de 1 millimètre.

Roche 1.

Cette roche est des plus intéressantes et mérite une attention particulière.

J'ai dit plus haut que, de *A* en *C* (fig. 19), se trouvaient, en contre-bas mais parallèlement aux affleurements de grès, sur 30 mètres de largeur, des cailloux limoniteux. Ces cailloux, qui peuvent atteindre 50 centimètres cubes, sont arrondis, bleu foncé et, à première vue, on les prend pour de la limonite compacte. Mais si l'on étudie leur cassure à la loupe, on voit que leur structure est bien plus complexe : c'est de la limonite, mais de la limonite incrustée, imprégnée de petits globules de quartz ; ces globules ont le plus souvent 1/4 de millimètre de diamètre; rarement ils atteignent 1 millimètre. Les plus petits sont sphériques, les plus gros ellipsoïdaux; ils sont sans éclat, presque opaques, un peu translucides ; ils se détachent facilement en laissant leur empreinte sur la roche englobante. De nombreuses mesures faites sur des spécimens différents, sur diverses cassures et dans des directions quelconques, m'ont conduit à une moyenne de 20 globules par centimètre, ce qui donnerait 8,000 globules par centimètre cube.

J'ai cru retrouver cette roche dans le conglomérat limoniteux 1, où elle a l'aspect d'un poudingue dont les éléments seraient fortement reliés entre eux : on y trouve ces cailloux limoniteux à globules de quartz avec des cailloux argileux, durs, présentant une sorte de clivage.

Cependant, si les diverses couches formant la coupe décrite plus haut renferment toutes de l'or vers leurs affleurements, il n'en est plus de même dès que l'on se trouve à quelques mètres sous la surface du sol. Comme on a pu le préciser par ces travaux, ces couches voient leur teneur en métaux précieux diminuer très rapidement et ne plus même donner au pan que quelques couleurs sans importance. Seule, la couche de grès cristallin 5 reste suffisamment riche, son toit et son mur pouvant encore déceler certaines teneurs de métaux précieux.

Les figures 21 et 22 (1) montrent les sections de cette couche de grès 5 par les puits 2 et 3 ; on y voit les teneurs données par l'analyse des échantillons prélevés en divers points. Les moyennes de ces teneurs sont :

	Puits 2	Puits 3
Or	6,74	3,41
Platine et Palladium	7,88	7,51

En direction, la teneur est très variable, comme on peut le voir sur le diagramme de la figure 23, représentant 60 mètres de la galerie tracée en direction de la couche aux environs du puits 2; la moyenne générale de toutes les analyses effectuées est :

(1) Dans ces figures les teneurs sont indiquées là où les échantillons ont été prélevés, les chiffres supérieurs se rapportant à l'or et les chiffres inférieurs au platine et au palladium.

Puits 2

1,55
0,94
2,49
1,55
0,62
0,94
1,86
28,62
2,17
25,40
couche n° 5
3,41
2,80
8,47
4,54
0,94
17,05
12,81
7,14
2,49
2,17
7,85
4,04
15,05
7,85
2,80
3,10
0,30
5,90
1,86
1,24
18,22
3,34
1,86
5,89
5,58
4,65
2,79
3,41
0,62
0,62
0,62
0,93
2,17
3,72
7,14
9,92
11,00
10,23
1,86
12,55
11,78
9,92

Fig. 21.

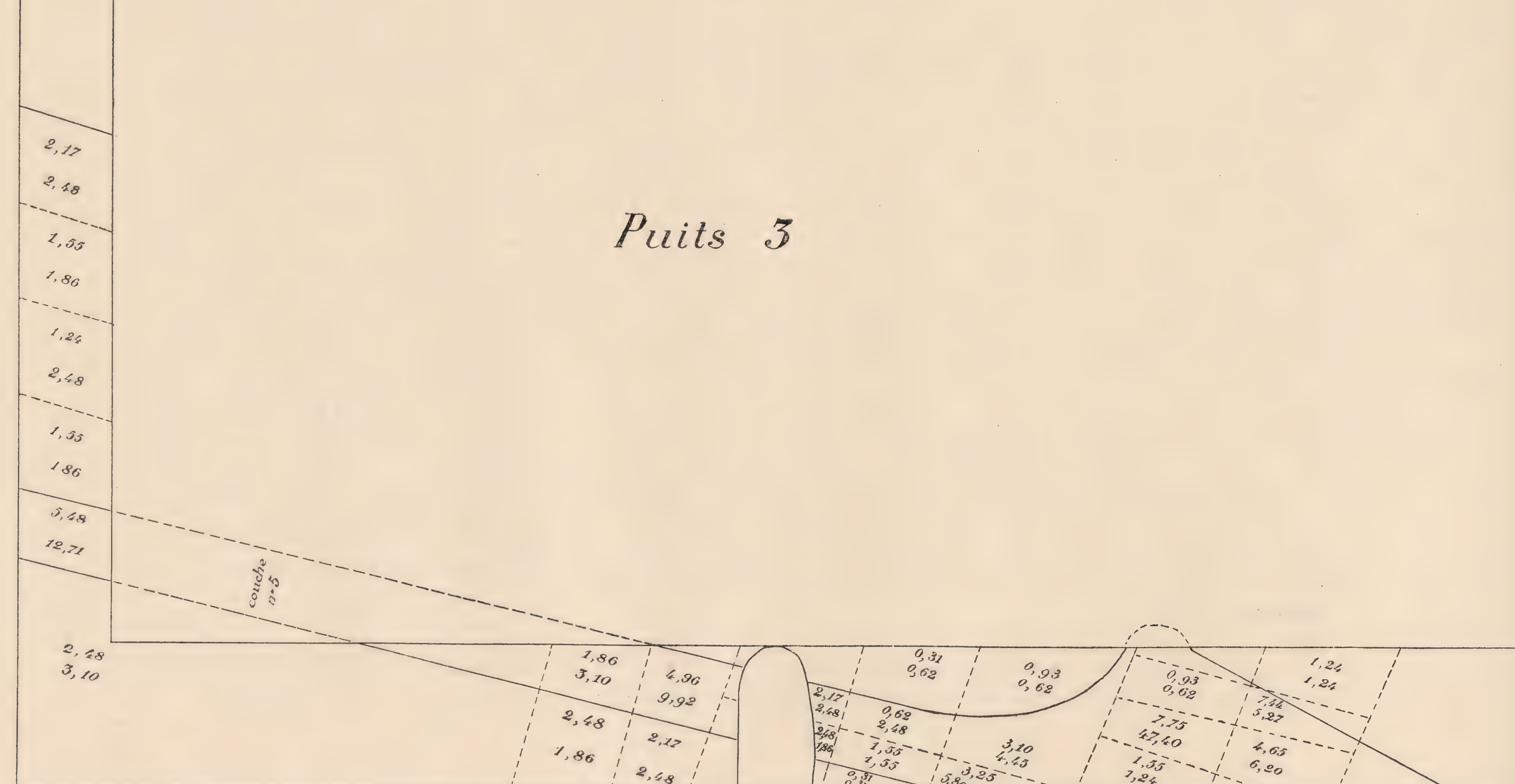


Fig. 22.

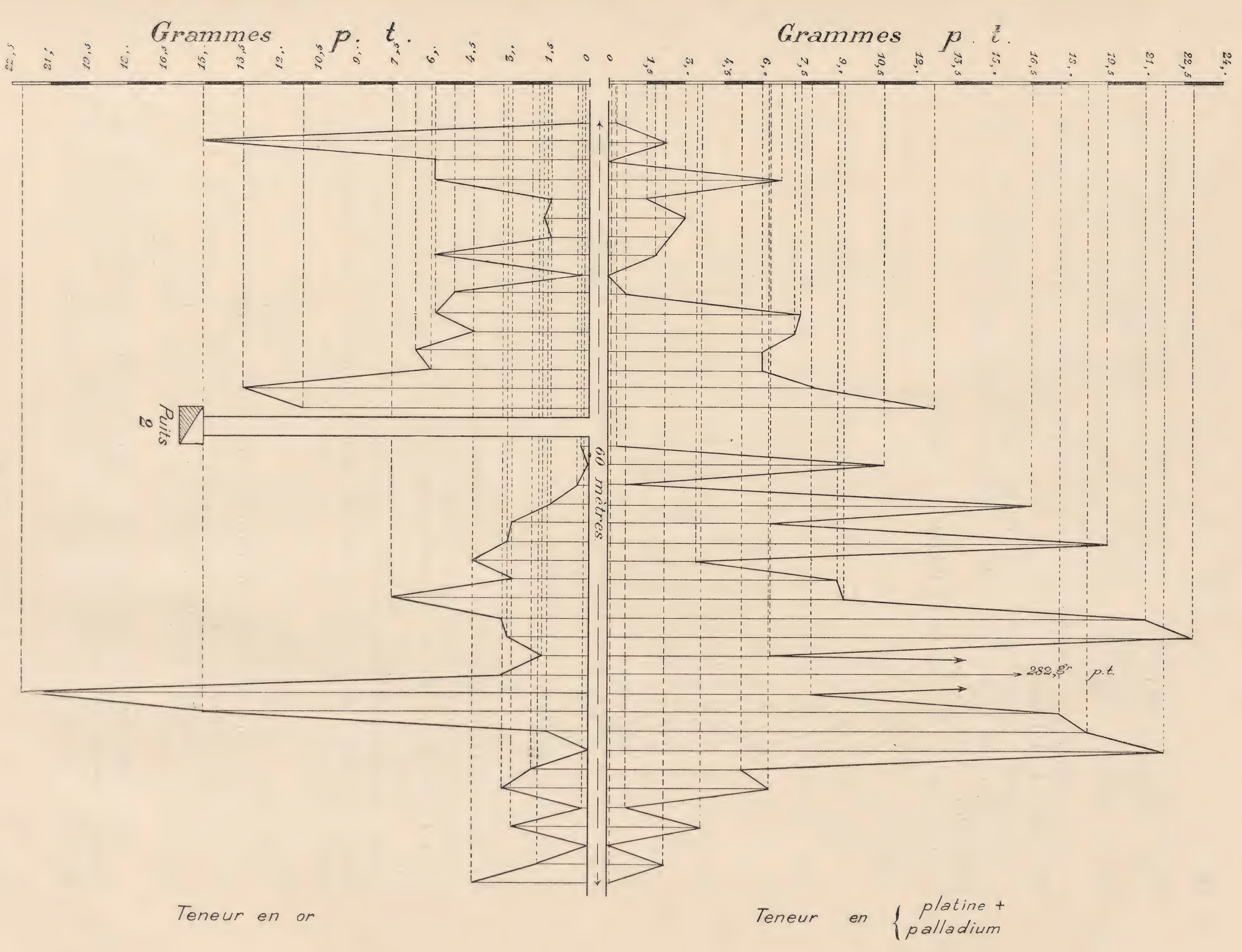

Grammes p. t.
Grammes p. t.
60 mètres
Puits 2
282,gr p.t.
Teneur en or
Teneur en { platine + palladium

Fig. 23.

Or	4,68
Platine	10,29
Palladium	3,72

La teneur en platine et surtout en palladium augmente à mesure que l'on s'éloigne de l'affleurement.

Lorsqu'on lave ce minerai, soit au pan, soit au sluice, on recueille un sable à grain très fin, de couleur brune, renfermant de nombreuses parcelles à éclat métallique.

Une analyse générale de ce concentré a donné :

		Par tonne
Plomb	29.55	
Cuivre	9.00	
Fer	6.53	
Nickel	0.24	
Cobalt	1.02	
Alumine	0.16	
Chaux	traces	
Acide vanadinique	10.56	
Acide phosphorique	traces	
Silice, matières insolubles	31.45	
Eau combinée, oxygène et perte	11.273	
Palladium	0.121	kil. 1.210
Platine	0.002	» 0.020
Or	0.032	» 0.320
Argent	0.062	» 0.620
	100.00	

Très probablement, le plomb, et peut-être le cuivre, sont alliés dans ce sable à l'acide vanadinique, formant un minéral qui se rapproche de la Descloizite ($Pb^4 V^2 O^9 + H^2 O$) ou de la Psittacinite [$(Pb, Cu)^4 V^2 O^9 + 2H^2 O$] ; j'ai pu en effet isoler, à la loupe, quelques grains globuleux, à structure fibro-radiée, dont l'aspect physique se rapproche assez bien de l'aspect habituel de ces deux minéraux et qui ont été reconnus formés de vanadate de plomb. Quelques autres concentrés ont donné :

Argile, silice, etc.	33 p. c.
Oxydes de fer	10 »
Composés de vanadium et plomb	54 »
Asbolane, etc.	2 »
Métaux précieux	0,2 »
	99,2 p. c.

Les métaux précieux existent à l'état natif, en grains le plus souvent microscopiques ; 1/5 environ en est retiré par amalgamation ; le reste est tellement ténu qu'il est enlevé et disparaît au lavage avec les autres métaux.

Les travaux en profondeur ont montré que ces couches étaient recoupées en divers endroits par une roche broyée, « mylonitique » que l'on croit aussi avoir rencontrée en profondeur. De même, une couche, peu étendue, de limonite, auprès du puits n° 3, est interstratifiée entre les couches 5 et 6.

Il résulte de ce qui précède que la couche de Ruwe est caractérisée :

1° Par la présence d'or, de platine et de palladium;

2° Par la présence de cupro-vanadates de plomb et de cuivre;

3° Par la faible inclinaison des couches qui paraissent nettement stratifiées.

Se basant sur la présence de la roche « mylonitique » citée plus haut, M. Studt attribue la présence de métaux précieux à des roches éruptives le long desquelles des sources thermales minéralisées auraient circulé, pénétrant dans les diverses couches de grès qu'elles auraient imprégnés des substances minérales qu'elles apportaient. Je ne puis encore accepter cette hypothèse, n'ayant aucune preuve de l'existence de cette roche éruptive et, aujourd'hui comme en 1905, je conserve toujours les mêmes idées sur ce gîte, telles que je les ai exposées à cette époque et que je résume comme suit :

Les couches de Ruwe sont nettement sédimentaires; elles résultent donc de la destruction de roches plus anciennes.

Leur aspect, leur allure, leur composition ne permettent pas de les comparer aux diverses couches primaires qui constituent les terrains du Sud du Katanga et qui appartiennent aux époques silurienne, dévonienne, et, en partie, carbonifèrienne. Déjà, les divers monts qui entourent directement la colline de Ruwe sont formés de couches de grès et de quartzites, presque verticales, dont quelques-unes imprégnées de malachite, et qui doivent être rapportées à cette époque primaire.

Or, l'histoire géologique du Congo nous enseigne que les mouvements orogéniques survenus à la fin de cette époque primaire « aboutirent à la formation d'une vaste dépression entourée d'un fort relief montagneux qui l'isolait des contrées voisines. Des nappes lacustres vinrent bientôt occuper ce bassin primitif et les produits de l'érosion de la ceinture ancienne s'y accumulèrent en couches épaisses de schistes, de grès et de calcaire (1) » formant les systèmes de Kundelungu et de Lubilache, d'âge permotriasique.

Au Sud-Est de Ruwe, s'étendent les plaines de Kazembe qui occupent l'emplacement d'une de ces anciennes nappes lacustres, dont les eaux, pour s'échapper, durent attendre que la gorge des monts Zilo se fût ouverte, gorge qu'approfondissent encore de nos jours les cataractes Delcommune.

Je ne suis pas éloigné de croire que les couches de Ruwe sont des vestiges des dépôts qui s'effectuèrent dans le lac de Kazembe, et qu'elles subirent ultérieurement quelques mouvements les dérangeant de leur position initiale, comme d'ailleurs le fait s'est produit en de nombreux endroits pour les couches du même âge.

Dans ce cas, les couches de Ruwe devraient donc être rattachées au *système du Kundelungu.*

L'origine des métaux précieux dans la couche de Ruwe serait due alors à la

(1) M. Cornet.

présence de filons métallifères dans les roches qui, soumises aux érosions, virent leurs éléments entraînés au lac de Kazembe. Le fait que, vers le mur de la couche, l'or est en plus grande quantité que le platine, tandis que, vers le toit, le platine prédomine, s'expliquerait alors facilement par la prépondérance de ce dernier métal dans les parties des filons aurifères qni furent lavées vers la fin du phénomène.

Nous avons dit plus haut que l'or, le platine et le palladium se trouvaient dans la couche qui vient d'être décrite en grains microscopiques. Cependant, vers l'affleurement, on trouve de l'or en pépites et je possède même un échantillon, pesant



Exploitation de Ruwe.

12 grammes, unique, je crois, dans son genre, qui est formé d'une pépite de platine entourée d'or. Toutefois c'est le seul cas où le platine ait été trouvé à Ruwe à l'état visible.

Comme le montre la figure 20, les parties superficielles *a* de la colline de Ruwe recouvrant directement les couches de grès inclinées, mentionnées ci-dessus, sont formées d'un mélange de cailloux provenant de la désagrégation de ces roches, désagrégation suivie d'un faible transport vers le bas de la colline. Cette formation nettement éluviale a été soumise, depuis 1904, à une exploitation méthodique qui produit de l'or en pépites pesant jusqu'à 200 et 300 grammes, leur poids habituel étant de 10 à 60 grammes.

J'ai eu un assez grand nombre de pépites à ma disposition et la planche III en représente quelques-unes, à formes caractéristiques.

D'après leur forme, on est tenté d'abord de diviser ces pépites en trois catégories :

1° Pépites en forme de fils (*wire-gold*), faisant plus ou moins songer à des racines de plantes et analogues aux n°s 1 à 6;

2° Pépites à surface lisse, faiblement chagrinée et rugueuse, telles que les n°s 13 et 17, ou d'apparence concrétionnaire, telle le n° 16;

3° Pépites à surface caverneuse, absolument irrégulière, laissant voir des empreintes d'autres minéraux, telles que les n°s 8, 12 et 14.

En fait, la même pépite peut présenter les trois formes; c'est ainsi que la pépite n° 17, qui montre sur la photographie sa surface chagrinée est, sur l'autre face, absolument caverneuse. De même, la pépite n° 9 passe nettement de la troisième à la première catégorie.

L'or qui forme ces pépites de Ruwe est d'un beau jaune, passant parfois, et sans transition, sur la même pépite, à une couleur plus pâle, plus métallique, due sans doute à la présence d'argent.

Ces pépites sont accompagnées des substances étrangères suivantes :

a) Du quartz, soit en globules, soit en cristaux excessivement petits. Les globules sont analogues à ceux de la roche éluviale elle-même et proviennent des couches de grès sous-jacentes; parfois ces globules sont entourés d'or, de façon que la pépite peut être considérée comme une roche formée de globules de quartz disséminés au milieu de l'or. Les cristaux de quartz paraissent de formation récente; ils tapissent d'ordinaire les cavités bulleuses des pépites; leur forme est celle du prisme hexagonal e^2 surmonté de la pyramide $p\,e^{1/2}$, mais ils sont ordinairement aplatis parallèlement à une face du prisme. Les faces de la pyramide sont très miroitantes, tandis que celles du prisme sont mates; la grandeur de ces cristaux ne dépasse pas 2 millimètres.

b) De petites lamelles opaques, à éclat métalloïde, dont la surface d'aplatissement porte trois systèmes de stries, faisant entre elles des angles de 60°. J'ai reconnu que ces lamelles sont formées d'oligiste; en effet, au microscope, j'ai pu apercevoir, par transparence, la couleur rouge caractéristique sur les bords écrasés de quelques lamelles. Sur l'une d'entre elles j'ai pu mesurer l'angle que fait, avec la face d'aplatissement, striée, une face oblique, visible sur le pourtour, et j'ai trouvé $57°\frac{1}{2}$; or, dans l'oligiste, une face p du rhomboèdre primitif fait avec la base a^1 un angle de 57°37'.

c) De la matière ocreuse, principalement formée de limonite et qui conserve encore parfois la forme grossière de cubes.

Les empreintes de cristaux disparus sont aussi très nettement visibles sur plusieurs de ces pépites ; j'en ai trouvé de quatre espèces :

1° Des empreintes de cubes. On peut en distinguer sur la pépite n° 8 ; à la partie supérieure de gauche, on voit très bien deux faces du cube, la troisième se projetant perpendiculairement au plan de la photographie ; on en voit également, en haut de la partie de droite. Quant aux grandes faces, visibles sur la partie inférieure, elles sont dues à l'empreinte de plusieurs cristaux adjacents ;

2° Des empreintes de prisme hexagonaux. Sur une pépite non représentée sur la planche j'ai trouvé un prisme la traversant de part en part, obliquement, et, en le plaçant sur un porte-objet parallèlement à l'axe du microscope, j'ai pu mesurer les angles de 120° que ces faces font entre elles ;

3° Des empreintes de faces portant des stries en relief, parfois très fines, dirigées à 60° l'une de l'autre. Je les attribue aux lamelles d'oligiste citées plus haut ;

4° Des empreintes de faces que je n'ai pu encore rapporter à des cristaux déterminés, ressemblant parfois à des cuboctaèdres; parfois aussi, on ne trouve que deux faces dont l'angle est assez variable d'une pépite à l'autre. L'angle des deux plans qui se sont produits sur la pépite n° 12, et qui sont des plus nets, est de 105° (spath?).

J'ai admis que les couches de grès de Ruwe sont dues au dépôt, dans l'ancien lac de Kazembe, des produits de l'érosion de roches de la ceinture ancienne de ce lac. Elles constitueraient donc, en ce cas, des couches alluviales anciennes.

Au contraire, le dépôt superficiel d'où proviennent les pépites décrites ci-dessus forme un dépôt éluvial dû au remaniement des couches alluviales sous-jacentes.

Je suis persuadé que les pépites trouvées dans ce dépôt se sont formées au cours même de ce remaniement, aux dépens de l'or de la couche auro-platinifère.

La présence du quartz en globules et en cristaux négatifs au milieu et à l'intérieur des pépites semble tout d'abord infirmer cette manière de voir; cependant, il faut observer que le dépôt qui contient les pépites étant le résultat du remaniement de grès alluviaux, il n'est pas étonnant d'y trouver ce quartz, soit en globules, soit en cristaux, et identique à celui des couches sous-jacentes; il n'est, de même, pas étonnant que l'or, se formant en pépites dans ce dépôt superficiel même, ait pu englober des grains de quartz comme le montrent quelques spécimens.

Les expériences de Lungwitz, de Wurtz et d'Egleston (1) ont prouvé la facilité avec laquelle l'or peut entrer en dissolution à la partie supérieure des gisements et cette idée de l'imprégnation des dépôts meubles par des eaux saturées d'or et de la précipitation du métal précieux par des combinaisons organiques n'est donc pas nouvelle. La pépite n° 7 de la planche III semble assez caractéristique sur ce dernier point; en effet, à la partie supérieure, elle est creuse, et cette cavité cylindrique, qui était remplie de matière argileuse, peut très bien avoir été occasionnée par le support organique sur lequel le dépôt d'or a commencé. Enfin la pépite, représentée par la figure 20 de la même planche est encore plus caractéristique : elle montre nettement une racine d'arbre entourée par l'or.

Il ne me semble pas nécessaire, d'ailleurs, d'exiger l'influence de ces matières organiques, quoiqu'elles puissent cependant expliquer la forme de certaines pépites (*wire-gold*); mais la présence de pyrites pouvant donner naissance à des sels ferreux, réducteurs des sels d'or, me paraît suffire très souvent et les empreintes cubiques sur certaines pépites, autant que les matières limoniteuses si fréquentes dans le dépôt, me paraissent des témoins de cette action.

Les différents arguments apportés par les auteurs en faveur de cette idée sont donc applicables au gisement de Ruwe. Mais j'ajouterai que les deux points principaux qui m'ont amené à adopter cette théorie, avant même que, de retour en Europe, je ne me fusse mis au courant des expériences faites à ce sujet, sont les suivants :

1° La couche auro-platinifère ne contient l'or qu'en très minces lamelles, le plus souvent microscopiques, tandis que le dépôt superficiel en renferme de grosses pépites;

(1) Voir notamment sur ce sujet : *Traité des Gisements métallifères*, par RICHARD BECK. Trad. franc. par O. CHEMIN. Paris, Béranger, 1904, p. 753.

2° Le dépôt éluvial ne renferme pas de platine. Et cet argument me paraît de haute valeur. Il résulte, en effet, des essais faits pendant dix-huit mois sur les pépites d'or récoltées à Ruwe, qu'elles sont formées d'or et d'argent dans les proportions suivantes.

Or.	99.53 p. c.
Argent	0.47 »

Cependant tous les travaux entrepris dans la couche de Ruwe, depuis 5 jusque 30 mètres de profondeur, laissent constater que les métaux précieux s'y trouvent, au contraire, dans les proportions suivantes :

Or.	32.77 p. c.
Argent	25.05 »
Platine	36.11 »
Palladium	6.06 »

Si le dépôt superficiel est dû à une simple préparation mécanique de la couche auro-platinifère, comment se fait-il donc que jamais l'on n'y trouve de platine ou de palladium ? Cette constatation n'est-elle pas la preuve d'actions chimiques qui ont agi sur l'or principalement et sur l'argent, tout en étant inertes vis-à-vis du platine et sur palladium ? Et, ces actions chimiques admises, les faits décrits plus hauts, constatés à Likasi, à Fungurume et à Kambove, ne s'expliquent-ils pas de la même façon ?

M. Studt, qui a assisté plus longtemps que moi aux travaux d'exploitation de Ruwe, attribue aux mêmes causes la présence de pépites volumineuses dans la couche éluviale de Ruwe. En effet, après avoir exposé rapidement ses idées sur la formation du dépôt, il ajoute :

« Par l'action de telles eaux salines (dont de nombreuses ont été observées en sources chaudes dans les environs) sur les roches aurifères, l'or a été mis en solution et, à la surface, ou près de la surface, est venu en contact avec des noyaux organiques ou autres sur lesquels il s'est déposé et concentré. Les petites parcelles sphéroïdales d'or, trouvées fréquemment, représentent sans doute le stade initial de la formation des pépites. Cette théorie rendrait compte également des formes fantastiques observées dans quelques pépites et résultant du dépôt de l'or autour de matières organiques. »

On se souvient que j'ai signalé les particules sphéroïdales d'or, petits globules d'un demi à 1 millimètre de diamètre, et je suis également convaincu qu'elles constituent le résultat de la précipitation des premières particules d'or et forment le noyau originaire des pépites plus volumineuses.

Un gisement analogue à celui de Ruwe a été trouvé à *Musonoi*, où, dans une roche semblable à celle du gisement qui vient d'être décrit, mais semblant nettement former un synclinal, on a décelé une teneur allant jusqu'à 8 gr. 40 d'or et 8 gr. 60 de platine.

OR EN FILONS

Des filons de quartz aurifère ont été étudiés sur la rive gauche du Lualaba, au Nord-Ouest de Ruwe, à *Nkowa*, où ils se présentent au nombre de six, parallèles entre eux et parallèles aux schistes talqueux à actinote de la région dirigés à peu près du Nord-Est au Sud-Ouest et inclinés de 60° à 80° vers le Sud-Est. Ils sont formés de quartz contenant un peu de carbonate de cuivre et assez bien de pyrite de fer. Leur épaisseur varie de 14 à 45 centimètres.

La teneur en or de ces filons est très faible; la moyenne des analyses faites sur le plus important d'entre eux n'a décelé que 5 grammes à la tonne et cette teneur diminuait rapidement en profondeur.

La découverte de ces filons prouve néanmoins qu'il est très possible d'en trouver de plus importants et donne des indications utiles sur leur situation géologique probable.

MINES D'ÉTAIN

On a vu dans la notice explicative de la carte de M. Studt qu'une bande de terrains granitiques, dirigée N.-E.—S.-O., forme les monts Bia, contre lesquels, sur le versant occidental, viennent s'appuyer les couches des systèmes de Busanga et de Zilo. C'est à ces couches que sont subordonnés les gisements d'étain du Katanga, qui, géologiquement, rentrent dans le type connu des filons stannifères des autres pays.

Lorsque, venant du Sud, on se dirige vers le Nord parallèlement à la vallée du Lualaba, on rencontre une série de quartzites compacts, de grès, de schistes et de phyllades, toutes roches très bouleversées, dirigées en moyenne N. 40° E. et recoupées de roches éruptives se rapprochant des diabases, ainsi que de nombreux filons de quartz souvent accompagnés de magnétite et d'oligiste. Ce sont ces roches qui composent les monts Zilo que traverse le Lualaba dans une gorge étroite et à parois escarpées, en formant une série de chutes et de rapides, qui, sur une longueur de 50 kilomètres, amènent une dénivellation de près de 400 mètres. Vient ensuite une bande granitique, large de 5 à 20 kilomètres : granite à mica noir, dont on rencontre souvent des blocs énormes disséminés à la surface du sol et mélangés à des quartz tourmalinifères. Au granite succèdent des schistes gris, métamorphiques, altérés, alternant avec des quartzites gris et compacts à grains très fins.

Les gisements d'étain consistent : 1° en filons traversant à la fois ces dernières couches de quartzites et de schistes phylladeux, et pénétrant parfois dans le granite; 2° en alluvions résultant de la désagrégation sur place, avec un remaniement peu important, des filons précédents.

Ces gîtes d'étain, comme on peut le voir sur la carte géologique, ont été trouvés tout le long des monts Bia sur une distance de plus de 160 kilomètres.

Les filons ont été peu étudiés jusqu'ici; la nature du pays, très mouvementé et couvert de forêts, y rendait les recherches assez difficiles. La plupart de ces filons

sont dirigés du N.-O. au S.-E., c'est-à-dire à peu près perpendiculairement à la zone granitique; leur longueur varie de 100 à 1,000 mètres; ils sont assez réguliers dans leur épaisseur et leur teneur en cassitérite, et paraissent devoir former la plus importante série des gîtes d'étain, quoiqu'une autre série, dirigée du S.-O. au N.-E. perpendiculairement à la précédente, comprenne des filons beaucoup plus riches par endroits, mais aussi plus irréguliers. Le remplissage est formé de quartz, de mica et de cassitérite.

Les alluvions plus faciles à étudier, et qui formeront pendant longtemps la source de l'étain du Katanga, sont mieux connues. Les plus importantes d'entre elles sont situées à *Busanga*, à *Kasonso* et à *Chikoli;* elles sont formées de débris de roches sous-jacentes, schistes, phyllades, quartz et cassitérite; leur épaisseur moyenne est de 60 centimètres; leur teneur moyenne en étain est de 1 p. c.; je rappellerai ici que les alluvions de la Malaisie ont une teneur variant de 0,25 à 1,50 p. c. A Busanga, ces alluvions ont été reconnues sur une superficie de plus de 100 hectares.

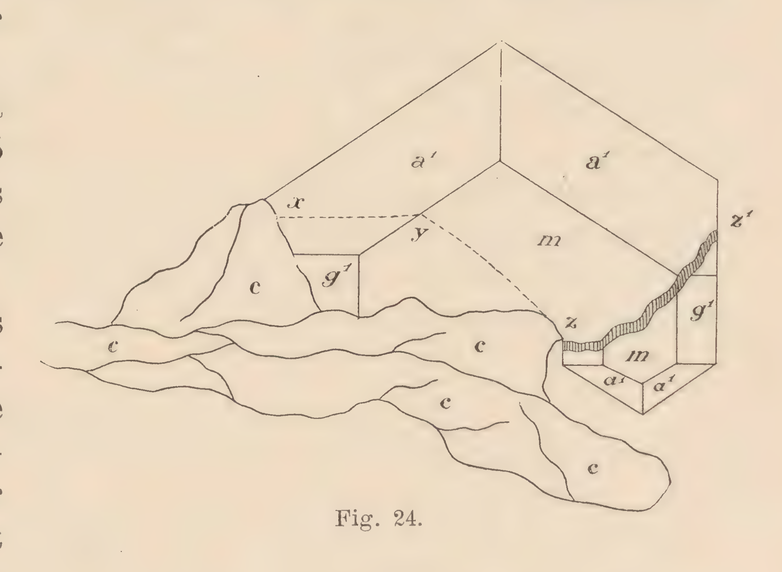


Fig. 24.

Les cailloux de cassitérite trouvés dans les débris du sol sont ordinairement brisés, mais ont encore la forme extérieure grossière des cristaux primitifs et le point cristallographique sur lequel je désire attirer ici spécialement l'attention consiste en la fréquence et la grandeur relatives, dans ces cristaux, des faces de la pyramide qui surmonte ordinairement le prisme quadratique de ce minéral, pyramide que l'on a notée a^1 et qui est caractérisée par les angles :

$a^1 a^1$ ant. = 58°19′ $a^1 a^1$ opp. = 87°7′

Ce sont les faces de cette pyramide qui paraissent avoir résisté le mieux aux mouvements dus à la désagrégation des têtes de filon et au remaniement de leurs éléments. D'ailleurs, j'ai rencontré également des cristaux plus ou moins complets et dont le plus net, représenté par la figure 24, m'a permis de prendre des mesures assez bonnes :

	Mesurés.	Calculés.
$m\,g^1$	45° 20′	45°
$m\,a^1$ adj.	60° 22′	60° 50′ ½
$a^1\,a^1$ adj.	58° 22′	58° 19′
$a^1\,a^1$ opp.	87° 30′	87° 7′
$a^1\,g^1$	46°	46° 26′ ½

Suivant la ligne *zz′* le cristal est traversé par une mince épaisseur de quartz, à peu près parallèlement à la troncature b^1 de l'arête $a^1 a^1$ de gauche, face qui, on le sait, constitue le plan de macle habituel dans ce minéral.

Pour effectuer les mesures, j'avais voulu détacher ce cristal de la masse adjacente par un coup de marteau ; mais la séparation se fit alors très nettement suivant la ligne $x\ y\ z$ de la figure, c'est-à-dire parallèlement à la face supérieure a^1 de droite du cristal. C'est un clivage très net, parallèle à a^1, qui se produisit.

Examinant alors les autres échantillons que je possède, je constatai que les faces a^1 se distinguent très facilement des autres faces, par un éclat beaucoup plus brillant ; elles sont comme polies, tandis que les faces m et g^1 sont ternes et grossières.

J'attribue ce fait à ce que la cassitérite du Katanga possède un clivage parallèle à a^1 plus net et plus aisé que le clivage parallèle à m ; il n'en résulte cependant pas qu'il soit facile, car c'est dans le seul cristal décrit plus haut que je l'ai obtenu aisément ; il se produit cependant, en général, sur les bords des esquilles que l'on détache en frappant les cristaux parallèlement aux faces à a^1, tandis que ce fait ne se produit pas sur les esquilles détachées parallèlement à m.

Au microscope, on peut très nettement observer, au travers des parties périphériques de ces lamelles, la figure d'interférence d'une lame inclinée sur l'axe optique d'un uniaxe et déterminer, par les méthodes connues, le signe optique qui est *positif*.

MINES DE FER

Déjà en 1894, au retour de l'expédition Bia-Franqui, M. Cornet avait appelé l'attention sur les dépôts de fer du Katanga qui, disait-il, « se présentent en amas atteignant souvent des proportions énormes et constituant des gisements qui peuvent être classés parmi les plus riches du globe. » (1)

Les recherches faites dernièrement dans ces gisements en vue de déterminer la valeur du minerai comme flux pour les minerais de cuivre ont précisé ce que M. Cornet avait prévu : il me suffira de dire à cet effet que dans huit seulement de ces gisements on a prouvé la présence de plus de cinq millions de tonnes de minerai à 65 p. c. de fer.

La zone ferrifère se trouve principalement au Sud de la zone cuprifère, comme on peut le voir sur la carte géologique de M. Studt. Les plus importants des gîtes se trouvent le long du Lualaba.

Le minerai de fer du Katanga est formé d'un mélange de magnétite et d'oligiste ; il est souvent siliceux.

A Kafunda-Mikopo, le gîte est constitué par un amas inclinant vers le Nord de 50° environ et reposant sur une dolomie saccharoïde.

(1) *Les Gisements métallifères du Katanga. (Revue Universelle des Mines*, 1894).

CHARBON

Dans son ouvrage déjà cité sur *Les Richesses Minérales de l'Afrique,* M. L. de Launay dit (p. 262) :

« Si la houille carbonifère est rare en Afrique, les terrains permotriasiques du Karoo, qui forment, on le sait, sur une grande partie du continent, un vaste manteau horizontal, déposé en stratification discordante au-dessus du soubassement primaire, renferment des ressources précieuses en combustibles minéraux, dont beaucoup sont déjà utilisées dans le Transvaal et le Natal et dont bien d'autres, sans doute, seront encore découvertes, à mesure que se complétera l'exploration des vastes régions, où affleurent les mêmes dépôts ».

Rappelons ici la succession des couches de ces terrains permotriasiques du Karoo, de haut en bas :

K 4. — *Couches de Stormberg* (grès blancs ou jaunâtres avec schistes rougeâtres et intercalations de houille à la base).

K 3. — *Couches de Beaufort* (grès quartzeux avec schistes bruns et intercalations de houille).

K 2. — *Couches de Koonap et de Kimberley* (grès, argiles bariolées et schistes noirs ou bruns).

K 1. — *Couches d'Ekka et de Dwycka.*

Les couches charbonneuses des environs de Johannesbourg appartiennent à l'étage de Beaufort. On sait que ces couches, d'une épaisseur de 60 centimètres à 7 mètres, et horizontales, sont très régulières.

Dans l'Afrique centrale, des couches charbonneuses ont été retrouvées en plusieurs endroits dans des formations grèseuses analogues à celles du Karoo. Il en a été de même au Katanga.

Dans la notice explicative de sa carte géologique, M. Studt a montré que les étages principaux du Karoo se retrouvaient au Katanga, les *couches du Kundelungu* correspondant aux étages K1 et K2, *les couches du Lualaba* aux grès et schistes de Beaufort K3 et *les couches de Lubilashe* aux grès de Stormberg K4. C'est dans l'étage intermédiaire (Système du Lualaba) que des affleurements de veines charbonneuses ont été découverts dans les vallées de la *Kasope*, de la *Shina* et de la *Luweisha.* Des recherches méthodiques furent immédiatement entreprises ; des sondages furent poussés jusqu'à des profondeurs de 275 pieds, et plusieurs d'entre eux, après avoir traversé la série des couches du même étage, atteignirent la formation schisteuse du système de Kabele. M. Studt, dont je résume ici les conclusions, tirées de ses différents rapports sur les recherches effectuées, estime à 300 mètres environ l'épaisseur des couches du système du Lualaba dans la vallée du Lualaba, en aval des chutes de Zilo. Les différentes couches de ce système sont inclinées très faiblement, d'un angle de 2° à 10° vers le Sud-Ouest. La coupe générale du système serait la suivante, de haut en bas :

9. — Schistes argileux, rouges, bruns, jaunes ;

8. — Grès micacés, schistes noirs, veines de charbon ;

7. — Schistes noirs ;
6. — Schistes argileux gris ;
5. — Schistes noirs et veines de charbon ;
4. — Schistes gris ;
3. — Poudingue ferrugineux ;
2. — Grès rougeâtres à grains fins ;
1. — Conglomérat et poudingue.

Les veines charbonneuses ont des épaisseurs de quelques millimètres à un mètre et plus, mais elles sont fortement mélangées de matières schisteuses; la pyrite y est aussi très abondante.

Il est intéressant de comparer les résultats d'analyses de charbons du Transvaal avec ceux de charbons du Katanga. Le tableau suivant suffira à cet effet :

	KATANGA			TRANSVAAL	
	Shina.	Luweisha.	Luweisha.	Brakpen.	Cassel Coal.
Matières volatiles .	16.10	28.98	19.59	25.05	41.93
Carbone fixe . . .	27.00	48.28	30.25	63.50	50.32
Cendres.	52.00	9.50	39.75	11.36	7.75
Humidité à 100^0 . .	4.90	10.00	10.41		

Une analyse de cendres (de Luweisha) a donné :

SiO^2	57.5
Al^2O^3	16.5
Fe^2O^3	21.8
CaO	1.0
MgO	0.7
SO^3	0.4
Alcalis	1.6

Les résultats acquis jusqu'à ce jour n'ont pas encore conduit à la découverte d'un dépôt exploitable; mais, à mon avis, la position géologique des veines reconnues doit donner beaucoup d'espoir de trouver de nouvelles couches plus puissantes, dont la découverte aurait pour le Katanga des résultats économiques aussi considérables que l'ont été pour le Transvaal celle les dépôts des environs de Johannesbourg. Les recherches devraient être continuées, principalement au Nord-Ouest des affleurements actuels, même au travers des couches du système de Lubilashe.

H. Buttgenbach.

TECTONIQUE ET MORPHOLOGIE DU KATANGA

I. L'ENSEMBLE DE L'AFRIQUE
LE BASSIN DU CONGO — LE KATANGA

§ 1.

Si l'on en excepte le pays de l'Atlas, qui est comme un fragment de la région plissée du sud de l'Europe accolé à la grande Table saharienne, le continent africain tout entier se distingue par un caractère négatif important, qu'il ne partage qu'avec l'Australie; c'est l'absence complète de plissements de date tertiaire.

Dans l'Afrique ainsi comprise, on peut envisager deux grandes régions qui diffèrent l'une de l'autre par leur structure plus encore que par leur composition stratigraphique.

1. Au sud de l'Atlas et de la côte qui joint le Golfe de Gabès au Delta, s'étend l'immense *Région saharo-soudanaise*. Elle est caractérisée par l'horizontalité presque générale de ses dépôts paléozoïques, carbonifères et dévoniens, c'est-à-dire par l'absence de plissements hercyniens généralisés. Les transgressions médio-crétacée et éocène ont largement envahi la table saharienne et, comme des découvertes récentes l'ont montré, elles ont recouvert une partie du Soudan.

On peut prendre comme limite méridionale de la région saharo-soudanaise une zone assez large allant du delta du Niger au golfe d'Aden et dans laquelle les terrains primaires font défaut.

Entre cette zone et le parallèle du coude du Niger, soit environ 17° lat. N., s'étend la *zone soudanaise*. Cette zone se rattache au Sahara par des vestiges de l'extension épicontinentale des mers tertiaires, crétacées (et jurassiques, vers l'est), mais elle présente des affinités avec la région suivante, par la présence de lambeaux discontinus de grès non marins d'âge peu déterminé, en couches horizontales.

2. De la zone qui limite au sud la région saharo-soudanaise, jusqu'au Cap de Bonne-Espérance, s'étend la vaste *Région de l'Afrique équatoriale et australe*. Elle est caractérisée par l'état plissé de toutes ses formations paléozoïques, dont l'âge

s'étend de l'Algonkien au Permien, et par l'absence de dépôts marins secondaires et tertiaires dans l'intérieur des terres. Sur les massifs plissés anciens, aplanis par de longues dénudations et affaissés en grands bassins, s'étendent des couvertures, parfois d'une énorme épaisseur, de formations continentales peu dérangées dont l'âge va du Paléozoïque supérieur (Permien) au Mésozoïque inférieur (Trias et Rhétien).

Cette région peut se diviser en une zone australe et une zone équatoriale.

Dans la *zone australe*, la régularité des formations continentales est loin d'être complète; le plissement y est sensible jusque dans les étages rapportés au Trias.

Dans la *zone équatoriale*, l'absence de dislocations par pressions tangentielles se constate dès le Paléozoïque supérieur. Vers le sud de la zone, la partie la plus récente de ce groupe est seule exempte de telles dislocations. Sous des latitudes un peu plus septentrionales, la régularité s'étend à un étage plus ancien.

En somme, si l'on envisage l'ensemble de l'Afrique, du Cap au Sahara septentrional, on constate que la date des derniers plissements recule dans le temps à mesure que l'on s'avance vers le nord. Dans la Colonie du Cap, les Couches de Beaufort, rangées dans le Triasique, présentent des plissements sensibles. Dans le sud du Bassin du Congo, les Couches du Kundelungu, que nous considérons comme permiennes, ne sont plus déformées que par des mouvements verticaux, mais dans le Congo occidental, les Couches de la Mpioka sont à peine ondulées et elles correspondent à un étage qui, dans le sud du bassin, est fortement plissé (1). Enfin, dans le Sahara, FOUREAU a trouvé, au Tindisset, le Gothlandien et même l'Ordovicien en couches sensiblement horizontales.

C'est à la zone équatoriale de la région précédente qu'appartient le bassin du Congo.

§ 2.

La constitution géologique du bassin du Congo peut être résumée comme suit :

La stratigraphie de la région comprend, outre l'Archéen, accompagné d'intercalations granitiques très étendues, une série paléozoïque qui, dans certaines régions, paraît comprendre tous les systèmes du groupe. La partie inférieure de cette série est fortement métamorphisée et elle est, en même temps, la plus disloquée; dans la partie supérieure des formations primaires, le métamorphisme est absent ou très localisé et l'intensité du plissement s'atténue. Le sommet de la série est, comme il vient d'être dit, exempt de dislocations tangentielles. Des roches éruptives de type profond et des intrusions de roches d'épanchement sont subordonnées aux terrains primaires métamorphiques. Les massifs élevés qu'ont formés les terrains paléozoïques après leurs plissements sont aujourd'hui, là où ils affleurent, réduits à des plateaux ou à des croupes surbaissées, aplanies. Cet état de dénudation est de date très ancienne, puisque les formations les plus récentes qui occupent la plus

(1) Je considère les *Couches du Kundelungu* du Katanga comme correspondant exactement aux *Couches de l'Inkissi* dans le Congo occidental. Quant aux *Couches de la Mpioka* (Congo occidental) elles seraient les correspondants des *Couches de Katete et Kazembe* (= *Couches de la Lufira* de STUDT.).

grande partie de l'étendue du bassin, en discordance sur les massifs anciens arasés, semblent être d'âge triasique.

Les formations non disloquées du bassin du Congo constituent, de bas en haut, les *Couches du Kundelungu*, les *Couches du Lualaba* de Studt, (= *Couches du Lomani* de Cornet (1) et les *Couches du Lubilashe*. Les couches du Kundelungu appartiennent encore à la série primaire et doivent très probablement se ranger dans le Permien. Celles du Lualaba et celles du Lubilashe seraient triasiques.

Par suite de la forme générale de la surface des terrains anciens, disposée en une vaste cuve d'affaissement dont la partie la plus profonde correspond à la région centrale du bassin hydrographique du Congo, les formations non disloquées post-primaires (couches du Lualaba et couches du Lubilashe), que l'on doit considérer comme d'origine lacustre, recouvrent toute la partie centrale de la région congolaise, alors que les terrains paléozoïques et archéens affleurent surtout vers les parties relevées de la périphérie. Ce n'est là, cependant, qu'une expression schématique de la structure générale du bassin. En effet, l'extension des formations non disloquées, primaires ou post-primaires, n'est pas absolument limitée à la surface drainée par les affluents du Congo et elles débordent parfois dans les bassins voisins, recouvrant par conséquent la ligne de partage. D'autre part, la dénudation a déjà fait disparaître les terrains non disloqués sur de vastes étendues qu'ils ont recouvertes autrefois vers la périphérie du bassin. Dans l'intérieur même du bassin hydrographique du Congo, l'érosion fluviale, collaborant peut-être avec des fractures du sol, a mis à découvert le substratum ancien des couches post-primaires en des endroits situés dans des régions relativement très centrales. (Le granite aux chutes de Wissmann et de Wolf et à Luebo; les calcaires primaires sur le Lubefu par 5° 20′ de lat. S.).

§ 3.

Lorsqu'on se rend de l'embouchure du Congo vers l'intérieur du bassin en remontant le fleuve, après avoir traversé la zone basse côtière, où sont confinés les dépôts tertiaires et crétacés marins, reposant sur des couches gréseuses continentales, on voit le terrain se relever et l'on traverse successivement une zone cristalline formée par l'Archéen et le Primaire métamorphique et une zone primaire non métamorphisée se terminant par les schistes et grès de la Mpioka, à couches légèrement ondulées, surmontés eux-mêmes par les grès de l'Inkissi (= couches du Kundelungu) en épaisses assises pendant régulièrement et lentement vers l'est. En approchant du Stanley-Pool, on voit apparaître les grès du Lubilashe que l'on peut voir, au point où le Congo sort de cette expansion pour commencer la descente de l'escalier des Cataractes, reposer sur les grès de l'Inkissi.

Ces grès tendres du Lubilashe sont la vraie formation caractéristique du bassin

(1) J'ai récemment distingué la partie inférieure de mes couches du Lubilashe, partie existant notamment sur le haut Lualaba, en aval de la Lufupa, sous le nom de *Couches du Lomami* (*Mém. et Publ. de la Soc. de Sciences etc. du Hainaut*, 6e série, t. IX, 1906, p. 8). Ce sont les assises que M. Studt appelle les *Couches du Lualaba*. J'adopte bien volontiers cette désignation.

du Congo. Ils en occupent toutes les parties centrales Tous les troncs du riche faisceau navigable qui aboutit au Stanley-Pool coulent sur cette formation, et elle se continue vers l'extérieur de la ligne qui réunit les points où, sur chaque rivière, cesse la navigation à vapeur. Toutes les routes qui, des terminus de la navigation, mènent vers le Katanga, sont tracées dans le domaine du grès du Lubilashe, domaine formé de plateaux réguliers, peu élevés, à vallées encaissées, ou de collines isolées, tabulaires ou mamelonnées. Que l'on se dirige vers le Katanga par le haut bassin du Lubilashe, comme le fit P. Le Marinel, par le Lomami et le Lovoi selon l'itinéraire de l'expédition Bia-Francqui ou celui de l'expédition Delcommune, on voit, à des centaines de kilomètres encore des limites du Katanga, les formations primaires du fond du bassin apparaître dans les vallées d'érosion et se montrer d'une façon de plus en plus continue. Mais le manteau des grès du Lubilashe continue de s'étendre sur le pays, et, quoique troué par de larges brèches, il ne cesse pas de donner au relief d'ensemble un remarquable caractère de régularité.

Quel contraste dès que, suivant un des itinéraires précédents, on arrive enfin aux confins du Katanga!

Vers l'est et le sud-est, on voit devant soi se dresser un pays élevé, formé de croupes allongées, à profils fortement ondulés, se succédant les unes derrière les autres avec des altitudes croissantes. On ne peut mieux comparer ce spectacle qu'à celui que l'on aperçoit lorsque, du plateau déprimé de la Basse-Bavière, on contemple la Forêt de Bavière et la Forêt de Bohême ou à celui qui se dresse devant le voyageur qui, des plaines de la Haute-Silésie, se dirige vers les Sudètes ou le Riesengebirge.

Lorsqu'on s'élève sur les premières pentes des collines de l'ouest du Katanga, on constate bientôt que le changement de topographie coïncide avec un changement complet dans la nature du sol. On laisse derrière soi, en s'élevant, les plateaux gréseux réguliers et les plaines à sol sableux. On pénètre dans des systèmes compliqués de collines, disséquées de vallées profondes et ramifiées, tantôt largement évasées, tantôt encaissées en ravins extrêmement encaissés. Le sol se présente avec une variété de composition et de structure qui ravit le géologue. La boussole et le clinomètre, qui n'étaient guère sortis de l'étui depuis le Stanley-Pool, sont employés cent fois par étape pour relever l'orientation et le pendage des strates, souvent relevées jusqu'à la verticale, pour prendre l'allure des dykes éruptifs et des filons quartzeux qui se présentent à chaque pas. Le marteau se trouve aux prises avec toute la gamme des roches métamorphiques et une nombreuse variété de roches éruptives.

Mais les altitudes croissent sans cesse, chaque crête franchie est suivie d'une crête plus élevée. Après avoir traversé la vallée du Lualaba, à des cotes allant de 550 à 650 mètres, on s'élève sur des crêtes à 800, 1,200, 1,400 mètres. Puis le pays, vers 1,500 mètres, à l'étonnement du voyageur, devient plus régulier. C'est un plateau ondulé, découpé de ravins, à sol toujours formé de roches cristallines. Soudain, un nouvel escarpement se présente et, chose plus surprenante encore pour l'arrivant, il est formé de couches *horizontales* où dominent des grès rouges présentant de frappantes analogies avec les grès de l'Inkissi, dans le Congo occidental;

mais ici, des calcaires à grain fin, brun marron ou gris noir et des dolomies, les accompagnent. L'escarpement gravi mène à un plateau d'une extrême régularité, absolument plan, *dominant toute la contrée*, à une cote atteignant 1,600 mètres. C'est la *Manika*, le *Viano* de PAUL REICHARD. La surface, absolument dépourvue d'arbres, est couverte d'une herbe courte entremêlée de petites plantes à fleur brillante. C'est la végétation des steppes.

Le plateau, plan dans son ensemble, est creusé de gorges et de petites vallées où, à l'abri du vent et de la sécheresse, croît une abondante végétation arborescente. Les ruisseaux se réunissent en rivières qui se dirigent vers l'est en s'encaissant rapidement. Les vallées, en pente rapide, prennent bientôt des allures de véritables cañons aux parois escarpées rompues de terrasses étagées. On est là sur le bord oriental de la Manika et les pentes, en quelques kilomètres, ramènent le voyageur à des altitudes de 1,000 et de 950 mètres, dans la grande dépression de la Lufila moyenne, c'est-à-dire au cœur même du Katanga.

§ 4.

Par l'esquisse qui précède, nous avons voulu montrer d'une façon frappante le contraste qui existe entre la plus grande partie de la surface du bassin du Congo et le pays du Katanga. Le voyageur qui arrive du nord, du nord-ouest ou de l'ouest après avoir traversé la région déprimée du bassin du Congo, occupée par les grès du Lubilashe, s'était formé de la nature africaine une image conforme à ces paysages tranquilles des rives du Congo et des bassins du Kasai et du Lomami. Il est tenté de considérer le Katanga comme une région exceptionnelle dans la géographie africaine.

Mais en lisant les récits des voyageurs qui ont abordé le Katanga par le sud, l'est ou le nord-est, après avoir traversé de grandes étendues de l'Afrique australe et orientale, on ne retrouve pas ces impressions. Et si l'on envisage l'ensemble de la géographie physique et de la géologie de l'Afrique australe et orientale, on arrive à conclure que le Katanga s'y rattache tout naturellement et que c'est, en réalité, le bassin proprement dit du Congo, avec ses plateaux peu élevés, à sol sableux, et ses plaines de riches alluvions, qui constitue une exception dans la morphologie du continent.

Lorsque l'on examine une carte hypsométrique de l'Afrique, on remarque que les régions les plus élevées n'occupent pas l'axe du continent mais qu'elles ne sont pas non plus reportées exclusivement vers les bords; elles sont principalement concentrées dans les parties méridionales et orientales. En laissant de côté la région abyssine, on voit que la partie la plus élevée du continent africain est précisément celle où se sont fait sentir les plissements paléozoïques, bien que les régions culminantes ne soient pas nécessairement formées par les terrains primaires eux-mêmes mais généralement par des nappes éruptives anciennes ou des volcans actuels.

Le bassin du Congo, dans ses régions centrales ou septentrionales et dans une partie de ses confins occidentaux, se trouve en dehors des régions élevées du sud et de l'est de l'Afrique.

Nous pouvons considérer comme rentrant dans ces régions élevées méridionales et occidentales celles qui sont supérieures à la courbe de niveau de 3,000 pieds (914 mètres). Elles constituent, en laissant de côté les parties détachées du sud du Zambèse, un bloc remarquablement continu. Du voisinage de l'Atlantique, à la hauteur de Benguella, ce bloc s'étend vers l'est jusqu'aux abords du Nyassa, puis se recourbe vers le nord à travers la région des Grands Lacs jusqu'au massif abyssin. C'est là, au point de vue hypsométrique, le noyau du continent africain. La ligne qui en réunit les parties les plus élevées se confond presque partout avec celle qui sépare le bassin de l'Océan Indien d'avec la plus grande partie de celui de l'Atlantique. Cette zone de haut relief, constituée sur toute sa longueur par des terrains primitifs ou paléozoïques, souvent dominés de massifs éruptifs, remonte à une très haute antiquité et elle a joué un rôle considérable dans l'histoire géologique du continent.

Le Katanga, par sa composition géologique et par son altitude généralement supérieure à 900 mètres (en dehors du fond de la vallée du Lualaba) et même à 1,000 mètres (si on fait abstraction aussi des plaines de la Lufila moyenne) fait partie intégrante de ces massifs élevés, et, bien que rattaché hydrographiquement au bassin du Congo, il en est morphologiquement bien distinct.

II. LES RÉGIONS PHYSIQUES DU KATANGA

§ 1.

On peut, au point de vue simplement géographique, définir le *Katanga* en disant qu'il répond aux territoires de l'État Indépendant qui rentrent dans le bassin hydrographique du Lualaba, en amont du confluent de la Lukuga (l'émissaire du lac Tanganika). Mais ces frontières hydrographiques n'ont généralement qu'une valeur secondaire et, dans le cas qui nous occupe, elles englobent des régions de caractères morphologiques très divers.

Il est préférable de donner du Katanga une définition géologique, qui a l'avantage d'être en même temps une définition hypsométrique. Dans ce sens, *le Katanga est la région élevée du sud-est de l'État Indépendant formée de terrains anciens non recouverts par les couches du Lubilashe.* Cette définition exclut du Katanga une grande partie des régions de l'ouest, drainées par les affluents occidentaux du Lualaba (Lubudi, Lovoi, Levidjo, etc.) et qui rentrent plutôt dans le *Lunda* et l'*Urua*.

§ 2.

En nous restreignant aux territoires représentés sur la carte de M. Studt, nous distinguerons dans le Katanga les régions physiques suivantes :

1. — Le *Bas-Katanga*, limité à l'est par l'escarpement du Kundelungu, à l'ouest par celui de la Manika (Viano, Biano, Kibala) et au sud par les pentes

qui mènent au Haut-Katanga. Vers le nord, les escarpements du Kundelungu et de la Manika se rapprochent sans se rejoindre et laissent entre eux la région basse où coule la Lufwa. Cependant, comme le montre la carte de M. Studt, la partie inférieure des couches du Kundelungu est continue sous le sol de cette dépression et réunit le Kundelungu au Kibala. La partie la plus caractéristique du Bas-Katanga et qui en occupe l'angle septentrional est l'immense plaine d'alluvions, en grande partie submergée à la saison de pluies, où coule la Lufila entre le confluent du Lufoï et les chutes de Djuo.

2. — La *Manika* (Viano, Biano, Kibala) est un plateau élevé (jusque 1,600 m.) formé par les couches horizontales du Kundelungu, adossées vers l'ouest aux massifs anciens des Monts Bia, terminé à l'est vers le Bas-Katanga par un escarpement rapide et vers le Haut-Katanga par une dénivellation moins prononcée ou insensible.

Ce plateau commence, d'après la carte de M. Studt, sur le Haut-Lualaba, au nord de Ruwe. Il se termine au nord en dehors des limites de la carte. Tous les cours d'eau qui baignent ce plateau y prennent naissance et en descendent par des vallées en pente rapide. Une seule rivière le pénètre, la Lufila, et elle le traverse par un cours accidenté qui commence aux chutes de Djuo.

On remarquera, sur la carte de M. Studt la curieuse *fenêtre* creusée par l'érosion en aval des chutes de Djuo, dans les couches du Kundelungu et montrant à nu les terrains anciens. C'est sur le bord de cette fenêtre, en un point où passe probablement une fracture dont il sera parlé plus loin, que se trouve la *source thermale de Kachiba*. A 17 kilomètres en aval de la chute de Djuo, se trouve la *source thermale de Tanda-Mukola*.

3. — Le *Kundelungu* est un haut plateau (jusque 1,700 m.) où j'ai pris le type du système du même nom, se terminant vers le Bas-Katanga et la plaine de la Lufwa par un escarpement très raide, parfois en véritable falaise. Vers le Haut-Katanga, l'escarpement du Kundelungu s'atténue graduellement.

Le Manika et le Kundelungu, qui se font face à une distance atteignant 130 kilomètres (sous le 10e degré de latitude), ont été autrefois continus l'un avec l'autre à travers la région du Bas-Katanga. Les escarpements par lesquels ils se terminent vers la région basse ne présentent que de loin l'aspect de murailles continues ; en réalité, ils émettent de longs promontoires précédés parfois, dans la plaine, de collines coniques ou tabulaires et séparées par des rentrants très prononcés.

4. Le *Haut-Katanga*, qui est essentiellement la région des mines de cuivre, confine dans sa partie occidentale au prolongement sud-ouest des Monts Bia (Monts Nzilo), puis à la bordure méridionale du plateau de la Manika. Il est limité vers le nord-est par le prolongement, de plus en plus atténué, de l'escarpement du Kundelungu.

Entre l'angle sud-est du plateau de la Manika et un point situé au sud de Lukafu, on passe du Bas au Haut-Katanga par des pentes rapides d'où descendent la Bunkeya et la Buleya et que traversent, par des cours très accidentés, la Dikulue et la Lufila (entre Lokochi et les sources thermales salines de Moashia). On peut donner à cette rampe qui, vue du nord, se présente comme une chaîne de collines accidentées, le nom de *Koni*, qui est celui qu'elle porte en amont des sources de Moashia.



5. Les *Monts Bia* et les *Monts Nzilo*, qui en sont le prolongement vers le sud-est Les Monts Nzilo sont traversés par le Haut-Lualaba qui descend du Haut-Katanga vers le confluent du Lubudi par une série de chutes et de rapides (Chutes de Delcommune) amenant une dénivellation totale d'environ 500 mètres.

Les Monts Nzilo et les Monts Bia forment une zone extraordinairement accidentée constituant, à partir du point où en sort le Lualaba, le flanc oriental du Graben de l'Upemba. Ils sont flanqués à l'est par les hauts plateaux de la Manika, etc., dont la surface supérieure les domine presque partout.

A l'ouest de la région de Ruwe, après la gorge du Lualaba, les Monts Nzilo s'abaissent rapidement, et leurs plis, d'après la carte de M. Studt, disparaissent sous le manteau des grès du Lubilashe.

6. La *Plaine du Lualaba*, commençant un peu en aval du confluent du Lubudi et régnant jusque vers celui du Luapula. C'est une plaine d'alluvions occupant le fond du Graben de l'Upemba qui sera décrit plus loin. On y trouve une série de lacs reliés au Lualaba par des chenaux (Kajibajiba, Kabue, Kabele, Upemba, Kabamba, etc.) et la large expansion appelée Lac Kisale.

7. Les *Monts Hakansson* constituent le flanc oriental du Graben de l'Upemba. Ils forment, entre le confluent du Lubudi et celui du Lovoï, un relief bien prononcé présentant, du côté du Lualaba, un versant en pente rapide, et, du côté nord-ouest, des pentes plus douces recouvertes par les grès du Lubilashe.

III. LES PLISSEMENTS DU KATANGA

§ 1.

La carte de M. Studt montre d'une façon frappante un fait important, sur lequel j'avais appelé l'attention en 1894. C'est que les terrains primaires du Katanga *sont plissés suivant deux directions bien distinctes et, peut-on dire, nettement perpendiculaires.*

Vers l'ouest, dans la région du Lualaba, les plis sont orientés approximativement N 45° E. Appelons cette orientation : *direction du Lualaba.*

Dans le centre et le sud du Katanga, les plis ont une disposition qui se rapproche de N. 45° W. C'est la *direction de la Lufila*, qui se retrouve aussi dans les Monts Hakansson.

En examinant la carte et le tableau de M. Studt, on constate, comme je l'avais fait remarquer déjà, que *des terrains de même âge sont intéressés dans les deux systèmes de plissement*; les discordances réciproques qui se présentent dans la région montrent que, si des plissements se sont produits à plusieurs époques, il n'en est pas moins vrai qu'*un même système stratigraphique a été, à une même époque, affecté de plissements de directions absolument contradictoires*, dans des régions assez voisines pour que les plis paraissent se croiser.

On connaît, dans des régions dont la tectonique est plus débrouillée que ne l'est

celle du Katanga, des exemples de ces *plissements orthogonaux* mis en lumière par Marcel Bertrand. Mais il s'agit de régions où les plis se manifestent par de simples ondulations ou bien de cas où l'une des directions de plissement est incomparablement moins marquée que l'autre et se traduit par des relèvements ou des ensellements des anticlinaux et des ennoyages des synclinaux. Dans le cas qui nous occupe, on se trouve en présence de deux directions de plissements très prononcés, parfois même très serrés et dont l'une semble aller buter contre l'autre sans la traverser et sans même, semble-t-il, y pénétrer.

Je vais montrer qu'en réalité il n'y a rien d'anormal dans la disposition des plis du Katanga, que leurs rapports ne sont paradoxaux qu'en apparence et peuvent s'expliquer d'une façon très simple par une disposition dont on trouve des exemples dans les pays mieux connus.

La question serait résolue si nous pouvions observer les rapports que présentent entre eux les deux systèmes de plis à leur voisinage immédiat, à leur contact.

Mais, du voisinage des chutes de Djuo, sur la Lufila, à un point situé sur le Haut-Lualaba par 10° 30′ de latitude, les couches du Kundelungu des plateaux de la Manika, du Viano, etc., viennent cacher les plis de la direction de la Lufila à l'endroit où ils vont rencontrer ceux du Lualaba. Là, le problème ne pourrait être résolu que par des hypothèses.

Il n'en est pas de même plus au sud-ouest.

Le nœud de la question se trouve à l'ouest de la Dikulue, au sud de 10° 30′ de latitude.

Là nous voyons, sur la carte de M. Studt, les zones anticlinales et synclinales des couches de la Lufila et de Kambove, et même la zone d'affleurement des couches de la Mutumbue passer graduellement de la direction N.-W. aux directions W.-N.-W, W. et même W.-S.-W. et S.-W. pour venir se placer parallèlement aux plis de la direction du Lualaba représentés par les couches de Nzilo et de la Busanga. Plus loin, vers le sud-ouest, les deux directions de plissement se confondent en une seule, mais l'extension du manteau discordant des couches du Lubilashe ne permet pas de les suivre.

Nous nous trouvons donc là en présence d'un superbe exemple de *rebroussement* de plis (*Schaarung* de Suess), comparable au rebroussement des plis armoricains et varisciques dans l'Europe occidentale.

L'inflexion des plis lufiliens est nettement visible, au sud, jusque 11° 30′ de latitude.

Je donnerai à ce remarquable trait tectonique le nom de *Rebroussement de Ruwe*, cette importante localité minière étant située dans la région où le phénomène est le mieux caractérisé.

A ce propos, je ferai remarquer ici un autre fait fort intéressant. C'est que *le plus grand nombre des gisements cuprifères du Katanga, et notamment les plus riches de ces gisements, sont situés, depuis la Lufila jusqu'à l'ouest du Lualaba, dans la région de la déviation des plis de la direction lufilienne.* Les fractures résultant de la torsion de l'écorce terrestre dans cette région ont évidemment favorisé l'ascension des fluides métallifères et préparé les roches à en recevoir les dépôts.

§ 2.

Un autre cas, également très net, de rebroussement des plis se présente dans la région du Graben de l'Upemba qui sera décrit plus loin. Dans les Monts Bia, qui forment le versant oriental du Graben, les plis sont orientés environ N. 45° E., suivant ce que je viens d'appeler la *direction du Lualaba*. Mais sur le versant des Monts Hakansson, qui constitue le flanc occidental du Graben, les couches du Kabele présentent des orientations absolument différentes. Au voisinage des massifs granitiques qui s'étendent à l'ouest, les couches sont dirigées N. 40° W.; plus près du lac Kabele, sur l'itinéraire de l'expédition Bia-Franqui, cette direction se rapproche de N.-S. Elle est exactement N.-S. dans les affleurements qui se présentent dans le fond même du Graben, à l'ouest du lac Kabele. D'autre part, aux sources thermales du Kafungwe (Kasonso), on se trouve en présence de couches orientées nettement N. 45° E. suivant la direction lualabienne.

La ligne qui passe par l'angle des rebroussements des plis coïncide donc approximativement avec l'axe du Graben de l'Upemba.

Enfin, chose qui mérite d'être signalée, c'est, encore une fois, dans une région de rebroussements de plis, que se trouve la région minière, particulièrement riche en étain, qui s'étend sur le versant ouest des monts Bia, depuis le Fungwe jusqu'au Haut-Lualaba.

On remarquera aussi que l'orientation des plis dans la branche nord de ce *Rebroussement du Kabele* se rapproche beaucoup de la direction lufilienne.

§ 3.

On voit par ce qui précède combien l'on se tromperait, en Afrique aussi bien que dans les autres parties du monde, en attribuant aux directions des plis autre chose qu'une signification locale. La disposition arquée des systèmes de plissement est un fait très général, et il semble qu'ils soient d'autant plus flexueux qu'ils sont plus récents, par suite du plus grand nombre de massifs rigides.

Sur le continent africain qui est celui où les massifs archéens, comme le remarque M. de Lapparent, sont le plus régulièrement éparpillés, les plissements primaires doivent avoir nécessairement une disposition très flexueuse. Je rappellerai qu'au Mayombe, d'après les relevés de M. Kostka, la direction moyenne des couches est d'environ N. 36° W. alors que dans la région des Cataractes et le long du chemin de fer, elle oscille autour d'une moyenne de N. 25° E. Ces plis ne peuvent se raccorder que pour une courbe fortement arquée ou, plus probablement, par un rebroussement qui se ferait suivant à peu près le tracé du Congo.

On comprend, d'après tous ces faits, que je considère comme dépourvue d'intérêt la recherche des analogies entre les directions tectoniques du Congo et celles de la région du Cap, où le principal système de plissement, le système du Cap, est orienté de E.-W. à N. 70° W.

Sur le Lubefu, par 5° 20′ de latitude sud, les calcaires primaires qui affleurent

au fond de la vallée d'érosion, sous les grès du Lubilashe, sont orientés exactement E.-W. avec pendage au nord. Sur le Lubilashe, en amont de la Chute de Wolf et sur le Luembe au voisinage de son confluent, c'est-à-dire sous les latitudes de 6° 10′ à 7° 5′ et de chaque côté du 24e méridien, les calcaires à cherts et les dolomies primaires qui se présentent dans le fond des vallées n'ont pas d'inclinaison bien définie ; j'ai seulement cru y remarquer un pendage général, très faible, vers le nord.

IV. LES GRANDES FRACTURES DU KATANGA

§ 1.

Les formations secondaires et tertiaires d'origine marine font, dans l'état actuel de nos connaissances, absolument défaut dans l'Afrique équatoriale et australe, en dehors de la zone côtière où elles sont représentées par des dépôts jurassiques (limités à la région orientale du continent), crétaciques et tertiaires. Ces couches ne s'étendent pas au delà de la bordure basse péricontinentale ; les assises jurassiques, sous certaines latitudes, pénètrent cependant assez loin dans l'intérieur de l'Afrique orientale.

A cette absence de bassins de sédimentation marine d'âge secondaire ou tertiaire ayant pu jouer le rôle de géosynclinaux, correspond dans toute l'Afrique équatoriale et australe, une absence pour ainsi dire absolue de plissements post-primaires. Depuis les mouvements orogéniques, comparables, comme date géologique, aux plissements *hercyniens*, qui ont, au sud du Sahara, disloqué les terrains primaires jusques et y compris ceux que l'on rapporte au Carbonifère, le sol de l'Afrique n'a plus subi de plissements proprement dits. Il a résisté aux tensions tangentielles de l'époque tertiaire qui, dans l'Eurasie et les Amériques, se sont traduites par l'érection d'énormes bourrelets montagneux.

Par contre, les *déplacements verticaux*, dus à des tensions radiales, se sont manifestés en Afrique avec une puissance remarquable, depuis le commencement de l'époque secondaire jusqu'à des temps très rapprochés de nous.

Les plus importants de ces mouvements sont ceux qui ont isolé l'Afrique dans ses contours actuels. Le continent montre, en maints endroits du pourtour, les cicatrices laissées par l'effondrement de la plus grande partie de l'ancien Continent austral. Ces phénomènes se sont répartis sur une période très longue. Aux latitudes de la Colonie du Cap, ils ont eu lieu après le dépôt des Couches du Stormberg (Lias inférieur) et des dépôts jurassiques marins sont connus le long de la côte orientale, depuis la Colonie du Cap jusqu'en Abyssinie. D'autre part, la mer secondaire n'est arrivée sur le littoral du Gabon qu'à l'époque albienne.

Sur la surface même du bloc africain, de vastes régions se sont affaissées amenant la formation de dépressions, qui se sont remplies de sédiments continentaux et qui étaient destinées à devenir les grands bassins hydrographiques de l'intérieur.

Une troisième catégorie de dislocations dues aux tensions radiales consiste dans

la production de grandes fractures orientées dans des directions voisines du méridien et délimitant des zones allongées qui sont descendues entre les lèvres sensiblement verticales. Les unes se rapprochent de la forme schématique du graben simple; les autres sont plus compliquées, tout en ne cessant pas d'affecter une disposition en zone.

En 1891, E. Suess, utilisant les connaissances acquises à cette époque et particulièrement les documents rapportés par L. von Höhnel de l'expédition du comte S. Teleki, a donné de ces dislocations dans l'Afrique orientale, une admirable description et une synthèse lumineuse (1). Les explorations plus récentes ont confirmé les vues d'ensemble de l'illustre géologue de Vienne et ont montré leur application intégrale au grand Graben de l'Afrique centrale où s'alignent les lacs Tanganika, Kivu, Albert-Édouard et Albert. On sait aujourd'hui que du voisinage de la région côtière jusqu'au Tanganika, le sol du vieux massif africain est traversé par une série de dislocations grandioses sous forme de longs fossés disposés dans le sens nord-sud.

§ 2.

Il semblerait, d'après ce qui précède, que le morcellement méridien du sol de l'Afrique se soit arrêté au Tanganika et que la région qui s'étend à l'ouest, c'est-à-dire le Bassin du Congo, ait été exempte de ces dislocations qui ont découpé la partie orientale du continent. Mais il n'en est pas ainsi. On trouve dans le Bassin hydrographique du Congo, dans la région du Katanga, une zone affaissée du type des gräben qui le cède à peine en importance transversale aux accidents analogues situés sous des longitudes plus orientales.

Je veux parler de la large et profonde vallée où coule le Lualaba entre le confluent du Lubudi et celui du Luapula, dans la région des lagunes fluviales. Je l'ai appelée le *Graben de l'Upemba* d'après la plus importante de ces lagunes.

Je ne ferai ici qu'esquisser cette dépression dont j'ai donné ailleurs une plus ample description (2).

La plaine alluviale où coule le Lualaba entre les rapides de Kalengwe et le confluent de la Kalumengongo et sur le fond de laquelle se trouvent les lagunes latérales, Kajibajiba, Kabue, Kabele, Upemba, Lubambo et Kabamba ainsi que l'expansion fluviale appelée Lac Kisale, occupe le fond d'une dépression en forme de tranchée ou de fossé, qui ne peut être envisagée comme une vallée d'érosion, mais qui se présente avec tous les caractères d'une région affaissée entre deux lignes de fractures subparallèles, c'est-à-dire comme un *Graben* typique.

La longueur du Graben de l'Upemba, compris, comme il est dit plus loin, du nord du Lac Kabamba aux rapides de Kalengwe, est d'environ 200 kilomètres. La largeur, d'après les données que je possède, varie de 30 à 45 kilomètres. La direction générale du Graben est, approximativement, de N 30° E.

(1) E. Suess. *Die Brüche des östlichen Afrika (Denks. d. K. K. Ak. d. Wiss. Wien. 1891).*

(2) *Les Dislocations du Bassin du Congo : I. Le Graben de l'Upemba. (Ann. de la Soc. géol. de Belgique,* t. XXXII, 1905, Mém. p. 205.)

La paroi occidentale du Graben est constituée par l'escarpement des Monts Hakansson. On y voit un *palier* très net, compris, vraisemblablement, entre deux fractures.

Au-dessus de ce palier et à une altitude de 248 mètres par rapport à la nappe du lac Kabele, se présente un conglomérat très cohérent de volumineux galets, bien roulés, des roches quartzeuses de ces collines. Les galets, uniformément arrondis, atteignant le volume de la tête, n'ont pas les caractères d'un cailloutis fluvial. Ils ne se présentent en masse cohérente que sur une zone très limitée en altitude mais paraissant continue dans le sens des courbes de niveau.

La paroi orientale est représentée par les pentes rapides des Monts Bia qui mènent sur les hauts plateaux (1,600 mètres) formés par les couches du Kundelungu et appelés *Manika*, *Viano*, *Biano*, etc. Les massifs élevés formés par l'ensemble des Monts Bia et du plateau qui les domine sont les Monts Mitumba de P. REICHARD.

Le pied des Monts Bia, près du fond du Graben, est jalonné d'une série de sources thermales dont l'emplacement correspond, par conséquent, aux fractures qui délimitent le Graben de ce côté. Ce sont les *sources thermales sulfureuses* signalées par P. REICHARD à l'est du lac Upemba, les *sources thermales sulfureuses et calcaires* du Kafungwe ou de Kasonso, les *sources thermales* de la Lufufwa, situées non loin du Lualaba, dans le prolongement S. W. du bord oriental du Graben et les *sources thermales siliceuses* de Shabukoi, situées vers le nord.

Entre le Lualaba et le Lac Kabue, se trouve, entourée partout de la plaine d'alluvion, une colline déprimée formée d'un conglomérat très cohérent à éléments volumineux, analogue à celui que je viens de signaler sur le versant occidental du Graben. Un peu plus en aval, près du dernier chenal du Kabue, on voit un amas de blocs colossaux du même conglomérat. En aval du village de Kisamba, et toujours au fond du Graben, se dresse une colline, haute d'une centaine de mètres, émergeant de la plaine alluviale non loin du fleuve. Elle est entièrement formée du même conglomérat. On verra plus loin que ces observations ont un grand intérêt.

§ 3.

Occupons-nous de l'extension du Graben vers l'aval, puis vers l'amont.

L'escarpement oriental des Monts Mitumba, après avoir livré passage à la Lufila, se continue jusque vers la latitude du lac Kabamba. C'est là que se trouvent, au pied de l'escarpement, les *sources thermales siliceuses* de Shabukoi, signalées par DERCLAYE. Puis l'escarpement des Mitumba (parfois désigné ici sous le nom de Monts Kibala) s'écarte du Lualaba et se dirige vers le nord-est. Du côté de la rive gauche du Lualaba, la plaine alluviale est bordée à l'ouest par des collines peu élevées, dans le prolongement des Monts Hakansson.

La fracture orientale du Graben semble donc se prolonger au delà de la région des lagunes et aller croiser le Luapula près de Kabombo où CL. BRASSEUR a signalé des *sources salées*. Cette fracture est séparée des collines de l'ouest du Lualaba par

une région relativement basse d'où s'élèvent, cependant, quelques collines de peu d'importance et qui est, vraisemblablement, une région affaissée, en continuité directe avec le Graben de l'Upemba.

En amont de la région des lagunes, nous rencontrons des conditions comparables à celles qui se présentent en aval. Le versant occidental se continue vers le sud-ouest sous la forme d'un escarpement ardu, signalé pour la première fois par M. P. Le Marinel, qui va ensuite croiser obliquement le Haut-Lualaba en lui laissant le difficile passage des Cataractes de Delcommune.

Au nord de cette région, près du confluent du Lubudi, la rive gauche du Lualaba est bordée par de hautes collines qui sont le prolongement des Monts Hakansson.

Les couches du Lubilashe dont la limite orientale, d'après la carte de M. Studt, se tient, de la région du Nzilo au Bas-Lubudi, un peu à l'ouest du Lualaba, ne pénètrent pas entre l'escarpement des Mitumba et celui des Monts Hakansson. Mais je ne puis m'abstenir de signaler l'analogie, l'identité, existant entre les conglomérats qui forment la base du système du Lubilashe près du Haut-Lualaba, en amont du confluent du Lubudi et sur cette rivière même, avec ceux que j'ai signalés plus haut sur le versant des Monts Hakansson et dans le fond du Graben, près du Lac Kabue. Il ne me paraît pas douteux que les couches du Lubilashe se soient étendues autrefois entre les deux escarpements, jusque dans la région des lagunes. De même, je suis porté à admettre l'existence de cette formation dans la région basse voisine du confluent du Lualaba et du Luapula, au nord du Lac Kabamba.

§ 4.

Il résulte de ce qui précède que les *premières* dislocations qui ont créé la région déprimée où coule aujourd'hui le Lualaba, depuis les environs du confluent du Lubudi jusque vers celui du Luapula, sont de date très ancienne, anté-triasique mais post-permienne.

Mais dans la région du Graben de l'Upemba proprement dit, restreint à la région des lagunes, il s'est produit un affaissement à une époque beaucoup plus récente. C'est l'affaissement, sans doute accompagné d'un relèvement des bords du Graben, par un effet d'isostase, qui a amené la différence de niveau (environ 240 mètres) existant entre les conglomérats du voisinage du Lac Kabue et ceux du versant oriental des Monts Hakansson. C'est le même affaissement qui a rabaissé les massifs primaires constituant les quelques collines basses qui, à l'intérieur du Graben, font saillie au-dessus des alluvions.

C'est à cet affaissement récent qu'est due l'origine du grand lac, aujourd'hui envasé, qui a primitivement occupé le fond du Graben et dont les lagunes représentent des vestiges en voie de disparition.

Les sources thermales de la Lufufwa, du Kafungwe (ou de Kasonso), du voisinage de l'Upemba et de Shabukoi doivent être en rapport avec la phase récente de ces dislocations. Ainsi que l'a montré M. L. De Launay (1), dans les pays de

(1) L. De Launay, *Recherche, Captage et Aménagement des sources thermo-minérales*. Paris, Béranger, 1899, p. 213, etc.

plissements anciens, on ne trouve de manifestations thermo-minérales que là où des dislocations beaucoup plus récentes sont intervenues pour faire jouer d'anciennes fractures et en ouvrir de nouvelles.

L'orientation générale du Graben de l'Upemba paraît être en rapport avec la direction des plis du système lualabien. Mais elle est toute différente de la direction des plis des couches du Kabele, lesquelles, du nord au sud, passent graduellement de N. 40° W. à N. S. pour venir se raccorder par rebroussement avec les plis de la direction lualabienne. La coïncidence du Graben de l'Upemba avec l'angle du rebroussement est certainement un fait remarquable.

§ 5.

Une coupe menée à travers les Monts Mitumba, entre le Graben de l'Upemba et le Bas-Katanga, nous montre des faits très intéressants relativement aux rapports de gisement qui existent entre les couches du Kundelungu, qui constituent le plateau de la Manika, et les massifs anciens des Monts Bia. Sur le sommet du plateau, les couches du Kundelungu s'élèvent jusqu'à la cote d'environ 1,600. Vers la dépression du Bas-Katanga, elles descendent au moins jusque 1,000 mètres. Ces faits, tout en permettant de se faire une idée de la grande épaisseur des couches du Kundelungu, nous montrent en même temps que les assises horizontales qui forment la Manika sont adossées à la pente orientale du massif ancien des Monts Bia. Par conséquent, cette pente orientale paraît bien former sinon le bord du bassin où se sont déposées les couches du Kundelungu constituant aujourd'hui la Manika, du moins une partie des parois latérales de ce bassin.

Nous ignorons absolument jusqu'où les couches horizontales de la Manika se sont autrefois étendues vers l'ouest. Le bassin où elles se sont déposées était-il réellement borné de ce côté par les terrains anciens des Monts Bia, qu'elles dominent aujourd'hui par suite de l'érosion plus rapide des formations plissées, ou bien s'étendait-il encore vers l'ouest? Ce sont des questions auxquelles on ne saurait répondre pour le moment. Mais ce qui est visible, c'est que, dans l'état actuel des choses, les couches horizontales de la Manika se terminent à l'ouest par une ligne grossièrement parallèle, malgré des rentrants et des saillants dus à la dénudation plus ou moins avancée, à l'allongement des Monts Bia, c'est-à-dire aux plis du système lualabien.

L'escarpement oriental du massif ancien des Monts Bia, caché par les couches de la Manika, mais dont l'existence est certaine d'après ce qui vient d'être dit, est également parallèle aux plis lualabiens. Dans le prolongement vers le sud-ouest des couches horizontales de la Manika, nous les voyons aller se terminer sous forme d'un coin engagé dans l'angle aigu du Rebroussement de Ruwe.

L'escarpement auquel se sont adossées les couches de la Manika ne peut être dû qu'à une faille, ouverte suivant la ligne de réunion des plis lufiliens avec les plis lualabiens. Les tracés de la carte de M. Studt aux environs de Ruwe montrent que la convergence des deux systèmes de plis est accompagnée d'une faille qui met



en contact des terrains aussi éloignés dans la série que les couches du Nzilo (*c*) et les couches de la Lufira (F). Vers le nord-est, la fenêtre que l'érosion a ouverte dans les couches horizontales, en aval des Chutes de Djuo, a été pratiquée comme à dessein pour nous montrer une faille, orientée comme la précédente et mettant en contact précisément les mêmes assises. C'est sur cette faille que jaillissent les *sources thermales de Kashiba.*

Ainsi donc, le bord oriental des Monts Bia est longé par une longue faille en grande partie cachée, mais visible en deux régions distantes de plus de 200 kilomètres, qui a abaissé le massif situé à l'est.

Nous sommes ainsi amenés à nous demander s'il n'existe pas une faille analogue, parallèle aux plis lufiliens, et limitant du côté du sud le massif abaissé. L'escarpement du Koni, séparant le Bas-Katanga du Haut-Katanga, se présente fort à propos pour nous montrer le trajet de cette faille ; le massif abaissé est le Bas-Katanga. Ici encore, des émissions thermales, les *sources salines de Moashia*, situées sur la Lufila au pied de la rampe du Koni, viennent corroborer les conclusions que l'on pouvait tirer de l'examen de la topographie et de la tectonique. La pente du Koni montre, à l'air libre, l'analogue du versant oriental, caché, des Monts Bia. Les couches du Kundelungu, avant l'ouverture par l'érosion du grand bassin du Bas-Katanga, venaient s'adosser au Koni. Faisons remarquer, pour finir, que l'incurvation de l'escarpement du Koni vers le Rebroussement de Ruwe doit suivre, à partir de la Dikulue, un trajet qui ne peut pas s'écarter beaucoup de celui de la bordure méridionale de la nappe des couches horizontales de la Manika, entre cette rivière et le Haut-Lualaba.

IV. LES GRANDES VALLÉES DU KATANGA

§ 1.

Après avoir, dans les pages qui précèdent, esquissé les grandes lignes de la tectonique du Katanga, je voudrais à présent examiner brièvement quel a été le rôle de l'érosion dans le façonnement de la surface de ce pays ; en d'autres termes, exposer, au moins d'une façon superficielle, après la partie *structurale*, le côté *sculptural* de la morphologie du Katanga.

La surface de cette partie de l'Afrique est émergée depuis une époque extrêmement reculée. La formation stratifiée la plus récente est, dans le Katanga tel qu'il a été défini plus haut, le système du Kundelungu. Les couches du Lubilashe, dont l'absence est le caractère négatif qui nous a servi à définir ce pays, ne se sont pas déposées à sa surface. On voit ces assises horizontales, reposant sur d'épais conglomérats, se terminer au bas des premières pentes de la région élevée, suivant une ligne qui représente approximativement le rivage du bassin lubilashien. On constate en outre, dans le Katanga, l'absence complète de ces roches silicifiées, pour ainsi dire indestructibles, que j'ai appelées *grès polymorphes* et qui ne manquent jamais

dans les régions qu'ont recouvertes les couches du Lubilashe et où les grès tendres ont été totalement balayés par la dénudation.

Les couches du Lualaba (ou couches du Lomami) immédiatement sous-jacentes à celles du Lubilashe, sans discordance sensible, sont, comme elles, exclues du Katanga proprement dit.

L'émersion du Katanga, comprise entre le dépôt des couches du Kundelungu et celui des couches du Lualaba et du Lubilashe, doit dater de la fin de l'ère primaire ou des tout premiers temps de l'ère secondaire. Pour les parties que n'ont jamais recouvertes les couches du Kundelungu, la date de l'émersion doit être reculée au moins jusqu'à l'époque des plissements les plus récents, c'est-à-dire vraisemblablement jusque dans le Carbonifère.

§ 2.

Le fait, bien démontré, de la haute antiquité du régime continental dans le Katanga, semble complètement en désaccord avec le caractère accidenté du relief de la plus grande partie du pays, avec l'intensité de l'érosion torrentielle et fluviale, avec l'existence d'une série de nappes lacustres, en un mot avec les caractères de *jeunesse* qu'y présente l'érosion continentale. Lorsque l'on considère les vallées, encaissées en cañons, par lesquelles de nombreux affluents de la Lufila descendent, en une succession de cascades, des plateaux du Kundelungu et de la Manika, lorsque l'on voit le Haut-Lualaba et la Lufila se précipiter dans des gorges tourmentées, à pentes rapides, creusées à travers les Monts Mitumba, on a peine à admettre que l'érosion fluviale, dans ce pays, n'a pas été interrompue depuis la fin des temps primaires.

Ces caractères sont, du reste, ceux du bassin du Congo pris dans son ensemble et ils se présentent, plus ou moins accentués, dans l'Afrique entière et spécialement dans ses régions équatoriales et australes. Ils ne sont cependant nulle part plus prononcés qu'au Katanga.

L'émersion des parties centrales du bassin du Congo occupées par les couches du Lubilashe est sensiblement plus récente que celle des parties périphériques. Elle n'est cependant pas postérieure à la période triasique, et, depuis ces temps reculés, il semble que les cours d'eau eussent dû régulariser leur profil dans toute leur longueur et que leur bassin eût dû parvenir à un état avancé de pénéplénation. Il n'en est rien cependant. Que l'on envisage le Congo ou ses affluents, on leur trouve des profils extrêmement tourmentés, ordinairement *en escalier*, offrant des parties relativement calmes alternant avec des sections à pente rapide, entrecoupées de chutes et de rapides. Et, chose qui montre bien le caractère anormal de leur évolution, les parties accidentées, les sections à pente rapide, ne sont pas reportées vers le haut des profils; on les rencontre jusqu'au voisinage de l'embouchure du Congo et jusqu'au confluent même de ses tributaires ; les sections à pente modérée, peu accidentées, ne sont pas spéciales aux cours inférieurs; on les trouve jusque sur

les branches initiales des cours d'eau. L'on peut même dire que pour les cours d'eau qui descendent de la périphérie du bassin, la branche supérieure présente parfois un profil très déprimé.

§ **3**.

Contrairement à ce qui se passe dans les pays de couches plissées où l'érosion continentale se développe suivant un cycle continu, les régions du bassin du Congo qui se rapprochent le plus de la pénéplaine sont les régions voisines de la ligne de faîte qui circonscrit le bassin. Ainsi, pour nous restreindre aux grands cours d'eau qui drainent le Katanga, nous voyons le Lualaba et la Lufila naître, dans le sud du Haut-Katanga, dans un pays formé de terrains primaires plissés, constituant un plateau ondulé, aux vastes horizons, surmonté seulement de collines formées par les terrains les plus résistants, véritables *monadnocks* faisant saillie sur la pénéplaine.

C'est après avoir coulé longtemps dans des dépressions peu prononcées, souvent marécageuses, serpentant sur ces plateaux, que le Lualaba et la Lufila accélèrent leur pente, entrent dans des vallées accusées et, butant à chaque pas sur des roches dures, finissent par se précipiter dans des gorges pratiquées à travers un pays accidenté, plus élevé que leur cours immédiatement supérieur et même dépassant l'altitude de leurs sources. Il est visible que l'approfondissement des vallées, qui se fait d'une façon intense dans les régions accidentées, se propage graduellement d'aval en amont et que l'érosion, dans les temps futurs, ouvrira des vallées profondes dans l'ancienne pénéplaine du sud. Il est visible aussi que ces régions des confins du bassin du Zambèse n'ont pu parvenir dans cet état avancé d'aplanissement où nous les voyons aujourd'hui, qu'à condition qu'il en fût de même, à plus forte raison, pour la région située plus bas dans le bassin hydrographique, c'est-à-dire pour le pays aujourd'hui si accidenté du Katanga. Les parties les plus élevées du Kundelungu et de la Manika (1,700 et 1,600 m.) représentent vraisemblablement des restes de la surface prolongeant la pénéplaine du sud.

§ **4**.

De ce qui précède il résulte qu'après l'accomplissement d'un cycle géographique qui avait aplani la région du Katanga, un nouveau cycle s'est ouvert que nous voyons se dérouler sous nos yeux. Ce cycle est déjà parvenu, dans la plus grande partie du Katanga, à ramener la topographie à un état de jeunesse extrême. Par suite du creusement continu des vallées et de l'érosion régressive, ce rajeunissement de la topographie, en même temps qu'il pénètre de plus en plus dans l'intérieur des hauts plateaux de la Manika et du Kundelungu, se propage graduellement vers le sud, entamant ce qui reste de l'ancienne pénéplaine.

Ces conditions : pénéplénation ancienne, rajeunissement actuel de la topographie, sont celles du bassin du Congo dans son ensemble et, répétons-le, de l'Afrique presque tout entière. L'entrée du continent dans un nouveau cycle d'érosion ne peut

être due qu'à des causes internes ayant amené un surélèvement d'ensemble par rapport au niveau de base général, le niveau de l'Océan, et ayant produit en même temps des gauchissements régionaux de la surface du continent ainsi que des dislocations localisées.

Mais bornons-nous ici à envisager la région qui a fait l'objet de cette étude.

§ **5**.

Retracer l'histoire de l'érosion continentale dans le Katanga constituerait un problème vaste et difficile que nous ne pouvons aborder ici. Bornons-nous à quelques considérations concernant certaines particularités intéressantes du cours des principales rivières du pays.

Les vallées que le Lualaba, la Lufila et le Luapala se sont creusées à travers les Monts Mitumba constituent des exemples de ce qu'on appelle les *vallées transversales* (*Durchgangstäler* de F. DE RICHTHOFEN), c'est-à-dire les vallées creusées à travers des massifs dominant la région traversée en amont ou même plus élevés que les sources des cours d'eau qui coulent dans ces vallées.

Des nombreuses théories auxquelles on a fait appel pour expliquer l'origine de ces cas souvent paradoxaux (1), quelle est celle qui paraît s'appliquer le mieux aux trois grandes rivières du Katanga?

L'émersion du pays datant de temps très reculés et les trois rivières en question étant des troncs de premier ordre, descendant des limites mêmes du bassin, on doit les considérer comme très anciennes elles-mêmes, plus anciennes que le pays qu'elles traversent.

Nous pouvons admettre qu'à la fin du cycle géographique qui a abouti à l'ancienne pénéplaine, la surface du pays correspondait à un plan réunissant la surface du plateau du sud à celles du Kundelungu et de la Manika. En rétablissant cette surface par la pensée, on comble la dépression du Bas-Katanga, ouverte plus tard par l'érosion dans les couches du Kundelungu, et on est amené à supposer une extension vers le sud des assises supérieures de ce système stratigraphique. La surface supérieure de la Manika et celle du Kundelungu sont à un niveau plus élevé que le plateau du sud. Cet état de choses ne peut être que postérieur à la pénéplénation primitive.

A l'époque lointaine à laquelle nous nous reportons, les rivières descendant du sud coulaient au niveau des hauts plateaux actuels. On en retrouve des traces, sous forme de cailloux roulés de quartz, sur les parties les plus élevées de la Manika et du Kundelungu. Ces rivières ne pouvaient avoir de pente vers le nord qu'à condition que la surface que nous venons de reconstituer fût inclinée dans cette direction, ce qui ne serait pas le cas aujourd'hui.

Le rajeunissement du pouvoir d'érosion des cours d'eau qui coulaient sur la pénéplaine ne peut être dû qu'à des mouvements du sol qui ont surélevé la région

(1) V. HILBER. *Die Bildung der Durchgangstäler*. (*Petermann's Mitteilungen*, Bd XXXV, 1889, I, p. 10.

du Katanga, comme toutes les parties périphériques du bassin du Congo, et amené un affaissement relatif des parties centrales. A cette époque, les couches du Lubilashe étaient déposées et émergées depuis longtemps. La dénudation des massifs anciens, qui avait abouti à la pénéplénation périphérique, avait eu pour conséquence sédimentaire le comblement du bassin lubilashien.

A la fin du premier cycle d'érosion post-primaire, les eaux du bassin trouvaient un écoulement facile vers l'Océan. Le surélèvement périphérique eut pour conséquence, non pas nécessairement d'interrompre cet écoulement, mais de forcer le déversoir, le Congo actuel, à se tailler un chemin dans les massifs primaires occidentaux en voie de surrection lente.

Il en fut de même, dans une direction inverse, des rivières du Katanga. A mesure que se relevait la surface de la pénéplaine, elles s'y creusaient des vallées, peu profondes dans le sud et de plus en plus encaissées vers le nord.

Je considère donc les grandes rivières du Katanga comme des cours d'eau *antécédents*.

Mais puisque, sur une partie au moins de leur cours, elles traversent des massifs plissés qui étaient recouverts, au moment de l'ouverture du nouveau cycle, d'un revêtement de couches à peu près horizontales, on doit les considérer dans ces sections comme des rivières *épigénétiques* ou *surimposées*.

Le creusement des vallées actuelles du Katanga et le surélèvement du pays ont été deux phénomènes concomitants. Le premier se continue toujours avec activité, et rien ne prouve que le second ait actuellement cessé.

J. Cornet

DESCRIPTION DES FIGURES

PLANCHE I

FIGURE I. — Cristaux de malachite sur grès; les cristaux ont la forme maclée $p\,m\,a^1$ décrite à la page 25 du texte.
FIGURE II. — Stalactite formée de zones successives de malachite et de chrysocole, provenant de la mine de Likasi.
FIGURE III. — Échantillon de dioptase décrit à la page 27 du texte.
FIGURE IV. — Cristaux de malachite, maclés, de forme $m\,h^1\,d$, décrits à la page 24 du texte.

PLANCHE II

FIGURE I. — Rognon de malachite, dans lequel les cristaux ont la forme décrite à la page 24 du texte.
FIGURE II. — Grands cristaux simples de malachite, de forme $m\,p$, décrits à la page 23 du texte.
FIGURE III. — Cristal de cassitérite décrit à la page 71 du texte.
FIGURE IV. — Réseau de malachite de Likasi décrit à la page 22 du texte.
FIGURE V. — Échantillon de chrysocole.

PLANCHE III

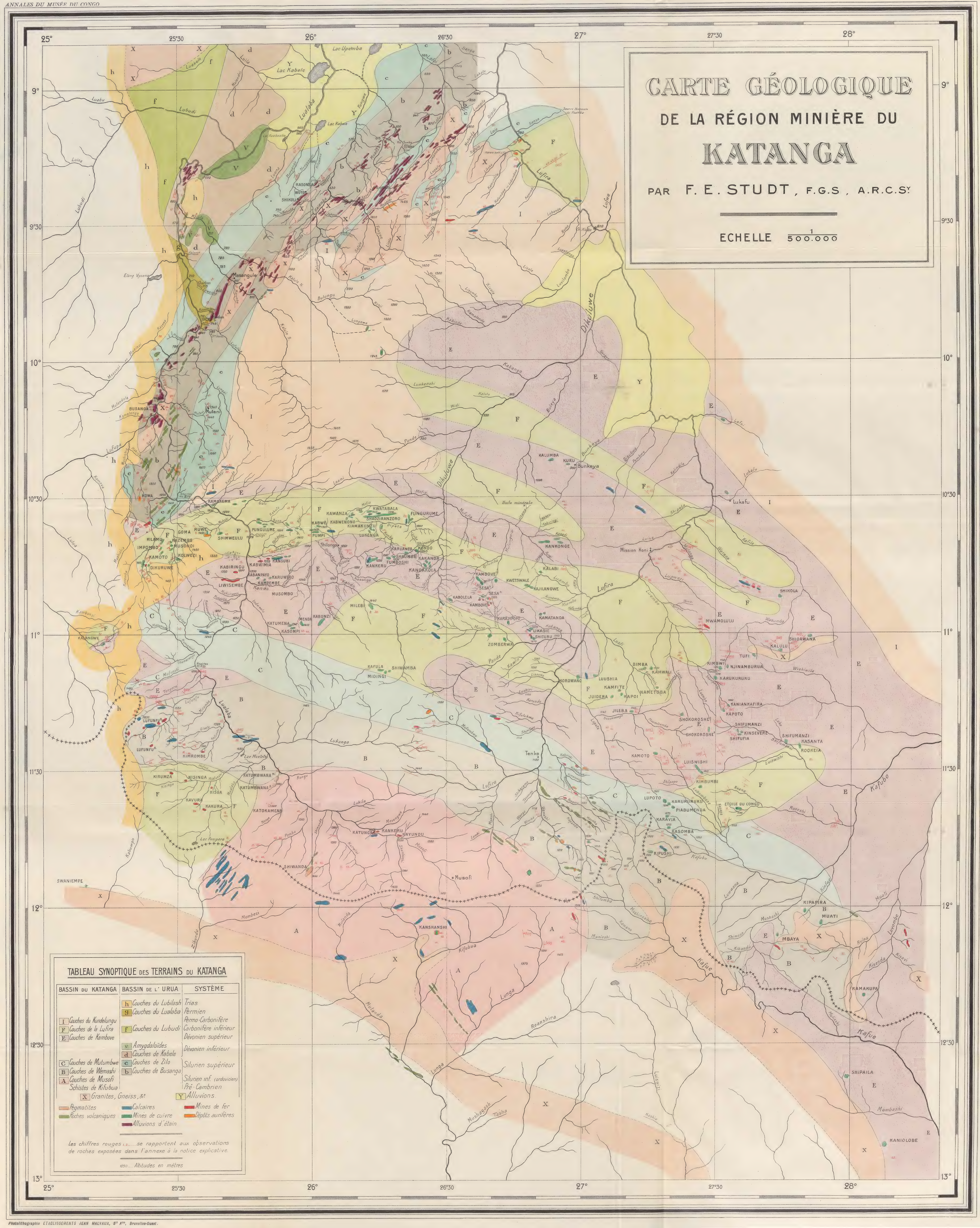
Pèpites diverses provenant de la mine de Ruwe et décrites à la page 66 du texte.

NOTE

Les roches suivantes ont été rencontrées aux divers points indiqués sur la carte géologique du Katanga de M. Studt par les chiffres rouges correspondants :

1. Granite.
2. Pegmatite.
3. Gneiss.
4. Syénite.
5. Tourmalinite.
6. Porphyre.
7. Micaschiste.
8. Talcschiste.
9. Amphibolite.
10. Actinolite.
11. Diabase.
12. Dolérite.
13. Andésite augitique.
14. Basalte.
15. Lave.
16. Latérite.
17. Grenat.
18. Corindon.
19. Diamant.
20. Hématite.
21. Cuivre.
22. Cuprite.
23. Chalcosine.
24. Biotite.
25. Muscovite.
26. Chlorite.
27. Mispickel.
28. Barytine.
29. Dialogite.
30. Calcaire.
31. Dolomie.
32. Grottes calcaires.
33. Cassitérite.
34. Jaspe.
35. Agate.
36. Conglomérat.
37. Sable.
38. Phtanite.
39. Grès rouge.
40. Grès blanc.
41. Grès micacé.
42. Grès métamorphisé.
43. Quartzite.
44. Quartz.
45. Quartz aurifère.
46. Or dans les cours d'eau.
47. Ardoise.
48. Arkose.
49. Schiste.
50. Schiste salin.
51. Schiste charbonneux.
52. Schiste pyriteux.
53. Schiste micacé.
54. Schiste alunifère.
55. Silex.

Bruxelles
Imprimerie Veuve Monnom
32, rue de l'Industrie.
1908

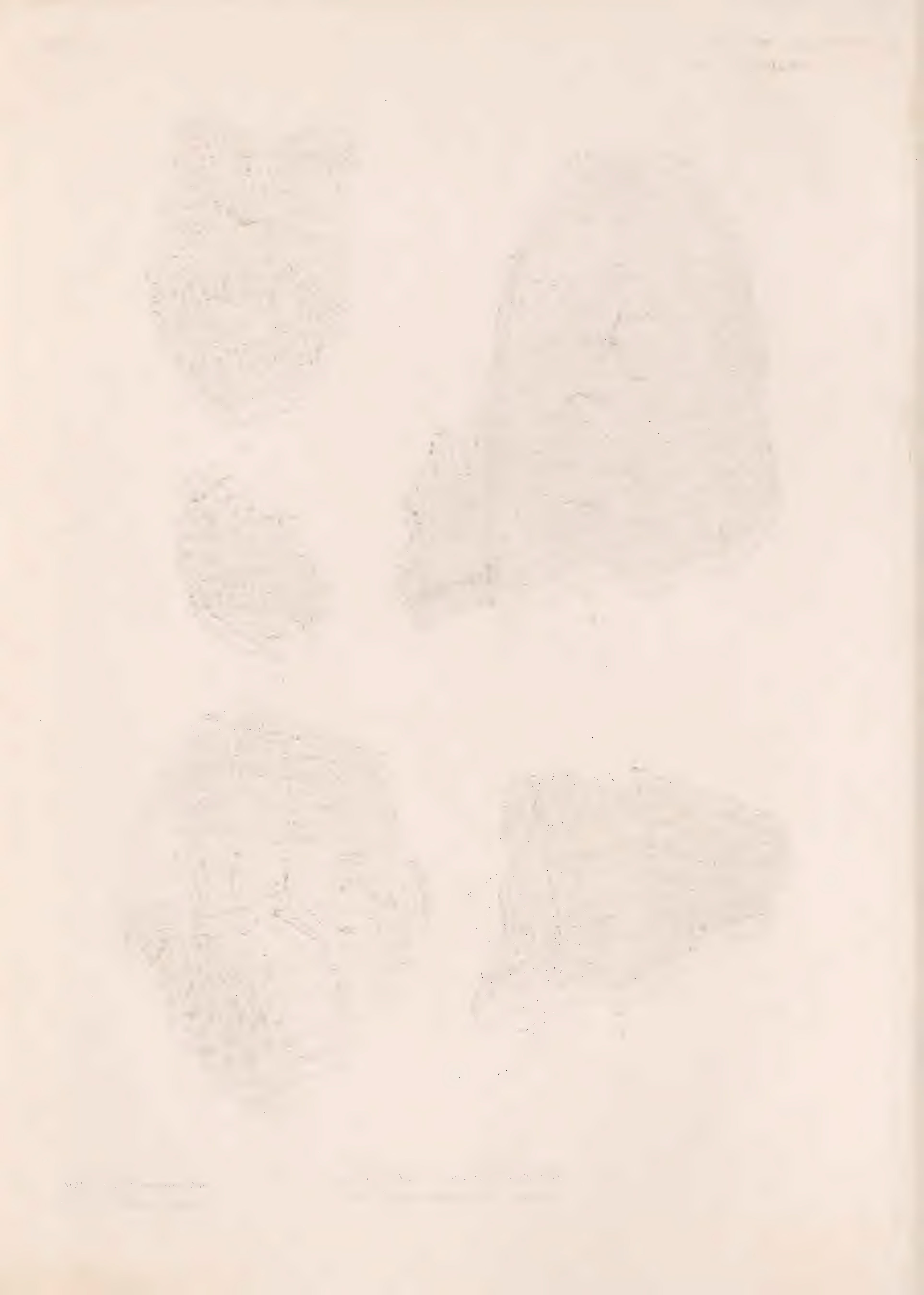


Photolithographie ÉTABLISSEMENTS JEAN MALVAUX, Sté Ame, Bruxelles-Ouest.



Minerais de cuivre

Établts Jean Malvaux sc.





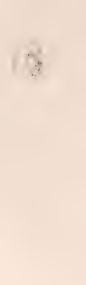
Minerais de cuivre et d'étain

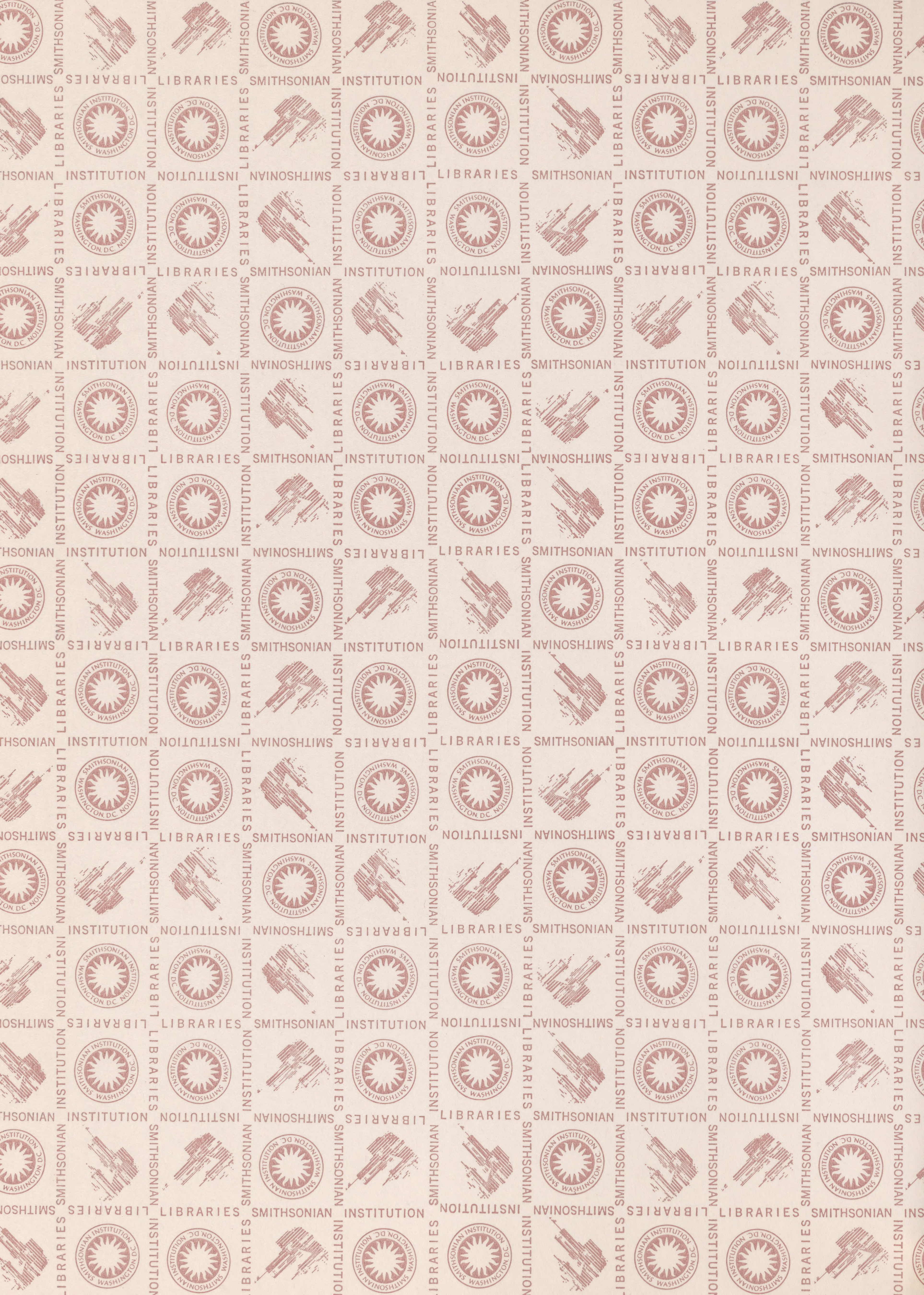
Héliogravure Ets Jean Malvaux

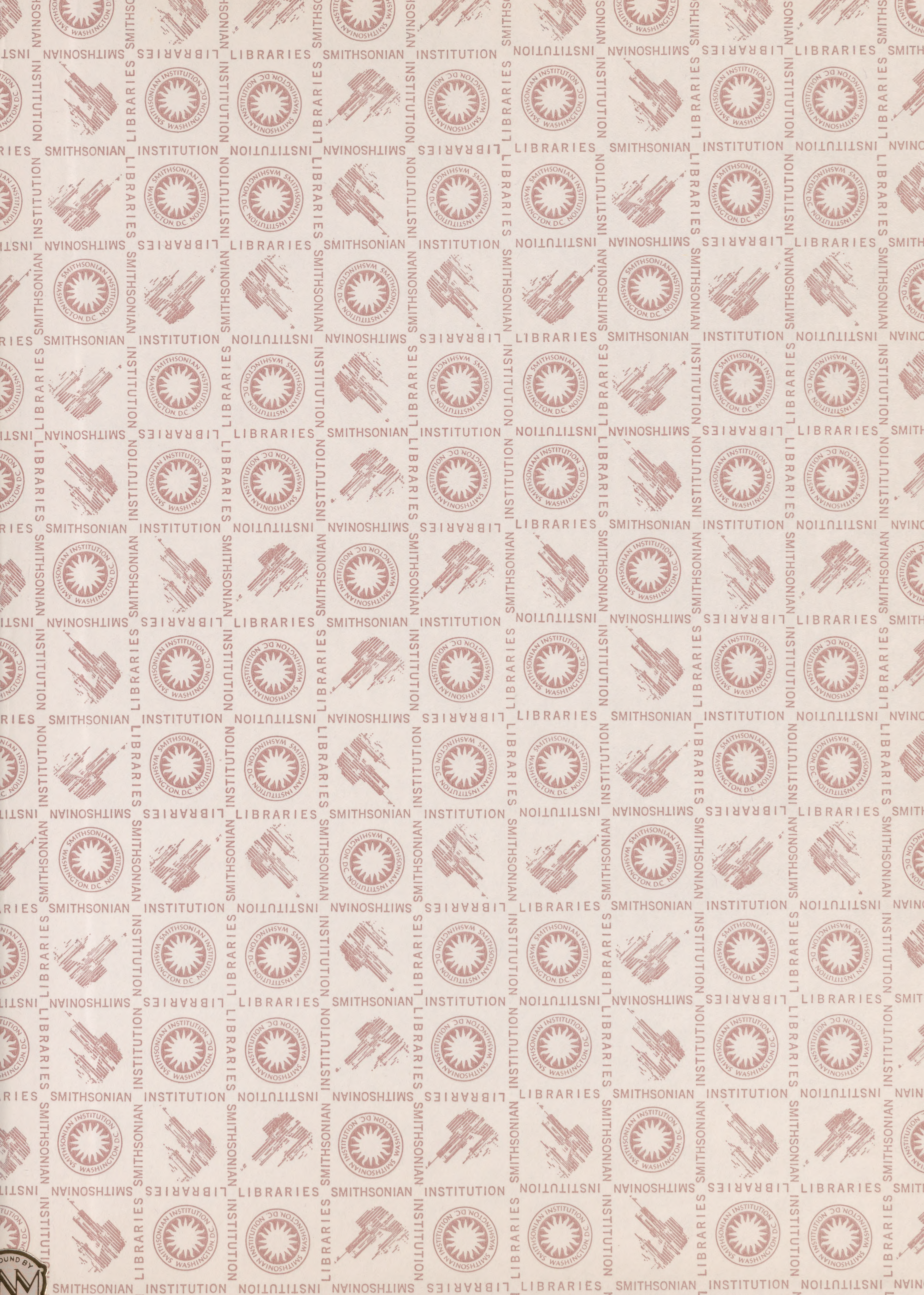


Pépites d'Or

Héliogravure Ets Jean Malvaux




SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
SMITHSONIAN INSTITUTION WASHINGTON D.C.


SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
SMITHSONIAN INSTITUTION WASHINGTON D.C.

